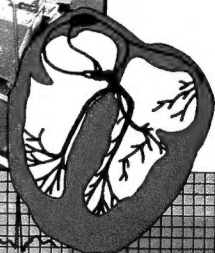


# تجارب عملية في وظائف أعضاء الجهد البدني



الدكتور هزاع بن محمد الهزاع

جامعة الملك سعود

عمادة شؤون المكتبات









# **تجارب عملية في وظائف أعضاء الجهد البدني**

**الدكتور هزاع بن محمد الهزاع**  
**الأستاذ المشارك**  
**والمشرف على مختبر وظائف أعضاء الجهد البدني**  
**قسم التربية البدنية - كلية التربية**  
**جامعة الملك سعود**



مهاة شؤون المكتبات - جامعة الملك سعود  
ص. ب. ٢٢٤٨٠ - الرياض ١١٤٩٥ - المملكة العربية السعودية

الناشر :

© ١٤١٣ هـ / ١٩٩٢ جامعة الملك سعود

جميع حقوق الطبع محفوظة . غير مسموح بطبع أي جزء من أجزاء  
هذا الكتاب ، أو تخزينه في أي نظام لحزن المعلومات واسترجاعها ،  
أو نقله على أية هيئة أو بأية وسيلة سواء كانت إلكترونية أو شرائط  
محفطة أو ميكانيكية و أو استساختاً و أو تسجيلاً ، أو غيرها إلا  
بإذن كتابي من صاحب حق الطبع .  
الطبعة الأولى ١٤١٣ هـ (١٩٩٢ م)

٦١٢, ٠٧٦

هــ ت الهزاع ، هزاع بن محمد

تجارب معملية في وظائف أعضاء الجهد البدني /  
هزاع بن محمد الهزاع .

١ . علم وظائف الأعضاء - تجارب أ . العنوان .

تم تحكيم الكتاب بواسطة لجنة متخصصة شكلت بناء على قرار المجلس العلمي في  
اجتماعه السابع للعام الدراسي ١٤١١/١٤١٢ هـ. للمعقود في ٨/٥/١٤١١ هـ.

مطابع جامعة الملك سعود ١٤١٣ هـ



« رجال العلم بدون مختبرات كالجنود بدون سلاح »

لويس باستور (١٨٢٢ - ١٨٩٥)

*“ Without Laboratories Men of Science are  
Soldiers without Arms ”*

Louis Pasteur (1822 - 1895)





## المحتويات

### الصفحة

ط

ك

مقدمة

إرشادات عامة قبل البدء في إجراء التجارب

### الفصل الأول : مفاهيم أساسية

٣	ما هي أغراض الاختبار ؟
٣	ما هي مواصفات الاختبار الجيد ؟
٤	ما هي أهداف التقويم الفسيولوجي ؟
٥	تجربة رقم (١) : مقدمة في الإجراءات العملية .
١٥	تجربة رقم (٢) : قياس الجهد البدني (العبء الجهدي) .

### الفصل الثاني : الجهاز الدوري التنفسي

٢٧	تجربة رقم (٣) : معدل ضربات القلب في الراحة وفي الجهد البدني .
٤٧	تجربة رقم (٤) : اختبار الخطوة هارفارد .
٥٣	اختبارات القدرة الهوائية
٦٧	تجربة رقم (٥) : تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين (اختبار استراند) .
٧٧	تجربة رقم (٦) : تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين باستخدام معادلة فوكس .
٨٣	تجربة رقم (٧) : تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين (اختبار كوينز كولييج) .
٨٩	تجربة رقم (٨) : إمكانية الجهد البدني عند ضربات القلب ١٧٠ .
٩٥	تجربة رقم (٩) : ضغط الدم في الراحة وفي الجهد البدني .
١٠٧	تجربة رقم (١٠) : اختبارات الوظائف التنفسية .

### الفصل الثالث : الجهاز العصبي - العضلي - الهيكلي

١٢٣	اختبارات القوة العضلية والتحمل العضلي
١٣١	تجربة رقم (١١) : قياس القوة العضلية والتحمل العضلي .
١٣٩	تجربة رقم (١٢) : قياس القوة العضلية (٢) .
١٤٩	تجربة رقم (١٣) : العلاقة بين القوة العضلية وحجم العضلة .
١٥٧	اختبارات للمرونة
١٦٣	تجربة رقم (١٤) : قياس المرونة (١)
١٦٩	تجربة رقم (١٥) : قياس المرونة (٢)
١٧٥	اختبارات القدرة اللاهوائية
١٧٩	تجربة رقم (١٦) : اختبار مارجريا للقدرة اللاهوائية .
١٨٩	تجربة رقم (١٧) : اختبار كالامن للقدرة اللاهوائية .
١٩٧	تجربة رقم (١٨) : اختبار القفز العمودي (سارجنت) .
٢٠٧	تجربة رقم (١٩) : اختبار الإمكانية اللاهوائية .
٢١٣	تجربة رقم (٢٠) : زمن رد الفعل والحركة .

### الفصل الرابع : التركيب الجسدي للإنسان

٢٣١	تجربة رقم (٢١) : تقدير نسبة الشحوم عن طريق الوزن تحت الماء .
٢٤١	تجربة رقم (٢٢) : تقدير نسبة الشحوم عن طريق قياس سمك طية الجلد .
٢٥٥	تقدير التركيب الجسدي عن طريق قياس محيطات وعروض أجزاء الجسم
٢٥٩	تجربة رقم (٢٣) : تقدير نسبة الشحوم عن طريق القياسات الجسمية (طريقة بنكي) .

٢٦٥	المراجع
٢٧٣	الملاحق
٢٧٥	ملحق رقم (١) : وحدات القياس .
٢٧٧	ملحق رقم (٢) : مقياس بورغ لشدة الجهد البدني .
٢٧٩	ملحق رقم (٣) : أحجام الغازات .
٢٨١	ملحق رقم (٤) : حساب كمية الأكسجين المستهلك وكمية ثاني أكسيد الكربون المنتج .
٢٨٥	تعريف للمصطلحات
٢٩٣	ثبت للمصطلحات
٣٠١	كشاف للوضوعات

## مقدمة

إن دراسة علم وظائف أعضاء الجهد البدني (Exercise physiology) مبنية على معلومات حقيقية مشتقة من التجارب البحثية ، ولهذا تعتبر التجارب المعملية جزءاً لا يتجزأ من دراسة هذا العلم والتمكن منه .

وتعد التجارب المعملية ، حقاً ، وسيلة مهمة لترسيخ العديد من المفاهيم النظرية التي يصعب على الطالب أو الدارس استيعابها مجردة . كما أن الجانب العملي يحد ذاته يعتبر تجربة تعليمية مثيرة وشيقة ، خاصة عندما يقوم الطالب بدور الفاحص مرة والمفحوص مرة أخرى .

ولقد أدركت — ومنذ زمن ليس بالقصير ، ومن خلال تدريسي لقرور وظائف أعضاء الجهد البدني — مدى الحاجة في الجزء العملي من المقرر إلى كتاب شامل يصف التجارب المعملية التي يمكن إجراؤها في مختبر وظائف أعضاء الجهد البدني ، ولقد عزّز إدراكي هذا إلحاح طلابي طوال السنوات الماضية على ضرورة جمع المادة العلمية التي يدرسونها في الجانب العملي من المقرر في كتاب شامل يسهل تداوله بينهم ويغنّيهم العناء من جراء تصوير أو نسخ الجداول والمذكرات التي كنت أمدّهم بها .

ولقد تم إعداد هذا الكتاب الإرشادي ليخدم المختبر المجهز وكذلك المختبر القليل التجهيز ، ذلك أن الكثير من التجارب التي تضمنها هذا الكتاب تعتبر تجارب بسيطة وسهلة وذات جوانب تطبيقية ويمكن القيام بها بالحد الأدنى من الأدوات والتجهيزات . غير أن هذا الكتاب تضمن أيضاً بعض التجارب المتقدمة التي تتطلب أجهزة أكثر تعقيداً وكلفة ومما يمكن القيام بها في المختبرات المجهزة تجهيزاً متوسطاً على الأقل خاصة من قبل الباحثين وطلاب الدراسات العليا .

ولقد تضمن هذا الكتاب أيضاً بعض الأساس النظري لأغراض الاختبار ومواصفات الاختبار الجيد ، كما تم التطرق إلى أهداف الاختبارات الفسيولوجية وأهميتها .

ولقد وجدت من المناسب كذلك أن أعطي القارئ بعضاً من الخلفية النظرية لكل تجربة قبل التطرق لإجراءاتها كلها أمكن ذلك ، حتى يتسنى له ربط الأساس النظري بالجانب العملي . وقد يلاحظ القارئ أن بعض الموضوعات تم التمهيد لها بأساس نظري بصورة أكثر من غيرها ، وما ذلك إلا لطبيعة تلك الموضوعات واعتقاداً بأنها تستحق ذلك التمهيد .

ولا يسعني في نهاية هذه المقدمة إلا أن أقدم شكري العميق لكل الطلاب الذين قمت بتدريسهم طوال السنوات الماضية حيث كان لأسئلتهم واستفساراتهم دورٌ كبيرٌ في وصف إجراءات العديد من التجارب وتفتيحها وتوضيحها مما جعلها تظهر بصورتها النهائية . كما أود أن أتقدم بخالص الشكر والتقدير إلى جميع الزملاء بقسم التربية البدنية الذين ما برحوا يلحون علي بإخراج هذا الكتاب إلى حيز الوجود .

لـلـؤـلـف

## إرشادات عامة قبل البدء في إجراء التجارب

● معظم التجارب المعملية في هذا الكتاب الإرشادي تتطلب جهداً بدنياً أقصى أو قريباً من الأقصى ، وعلى الرغم من أن هذا الكتاب موجه بالدرجة الأولى إلى طلاب يفترض أنهم في حالة صحية جيدة وذوي قدرة على تحمل الجهد البدني إلا أنه يستحسن في حالة وجود أي عرض مرضي مزمن ، وبخاصة في الجهاز القلبي - الدوري ، يمنع انخراط الفرد في أداء جهد بدني عنيف أن لا يشارك في تجربة تتطلب جهداً بدنياً أقصى أو قريباً من الأقصى بدون استشارة الطبيب .

● بالإضافة إلى ذلك فإنه ينصح بعدم المشاركة في التجارب في حالة إصابة الفرد بارتفاع في درجة الحرارة أو وجود التهاب في الحلق أو في الجهاز التنفسي أو عند وجود تمزق عضلي أو إصابة مفصلية ، وذلك لسلامة المفحوص أولاً ثم لأن الفرصة في الحصول على بيانات صحيحة في تلك الحالات تكون ضعيفة .

● حيث إن معظم التجارب تتطلب القيام بجهد بدني يؤدي في الغالب إلى التمرق وارتفاع حجم التهوية الرئوية لذا وجب التنويه إلى ضرورة أن يكون جو المختبر مريحاً من ناحية درجة الحرارة والتهوية والرطوبة وأن يرتدي المفحوص زياً وباضياً مريحاً وحذاءً مناسباً في جميع المحاضرات المعملية .

● إن إجراء التجارب بحد ذاته ليس غاية ، وإن التجربة التعليمية الناتجة عن عملية تجميع البيانات وتحليلها تكتسب أهمية بالغة في تطوير الملكة التحليلية والحس النقدي لدى الطالب ، ولذا يجب الاعتدال على النفس في تجميع البيانات وتحليلها حتى يمكن اكتساب الفائدة القصوى من التجارب المعملية .



## مفاهيم أساسية

- ما هي أغراض الاختبار ؟
- ما هي مواصفات الاختبار الجيد ؟
- ما هي أهداف التقويم الفسيولوجي ؟

تجربة رقم ① : مقدمة في الاجراءات المعملية  
تجربة رقم ② : قياس الجهد البدني (الغناء الجهدى)





## ما هي أغراض الاختبار ؟

إن أهم الأغراض التي يرمي إليها الاختبار بصفة عامة هي :

- ١- التصنيف : تصنيف الأفراد حسب القابلية والاستعداد .
- ٢- التشخيص : تشخيص نقاط القوة أو الضعف لدى الفرد .
- ٣- التقويم : تقويم عملية التعليم أو التدريب .
- ٤- التنبؤ : التنبؤ بمدى نجاح الفرد أو تفوقه في ممارسة إحدى الرياضات مثلا .
- ٥- التحفيز : تحفيز الفرد على إحراز تقدم من خلال معرفته بنتيجته أو بأدائه .

## ما هي مواصفات الاختبار الجيد

١- يجب أن تكون المتغيرات المراد اختبارها ذات علاقة بالرياضة التي يمارسها اللاعب ، حيث من غير الحكمة إجراء بعض الاختبارات الفسيولوجية التي لا ترتبط بصورة أو بأخرى بأداء ذلك اللاعب في تلك الرياضة . (مثال : قياس القوة العضلية لليدين لدى لاعب يعتمد في أدائه على القوة العضلية للفخذين) .

٢- يجب أن يكون الاختبار المراد استخدامه صادقا في قياس الصفة المراد قياسها ، فالاختبار الصادق إذن هو ما يقيس فعلا الصفة المراد قياسها .

٣- يجب أن يكون الاختبار المراد استخدامه على درجة عالية من الثبات وذلك بأن تكون نتائجه ثابتة وغير متذبذبة ويمكن تكرارها .

٤- يجب أن تكون طريقة إجراء الاختبار تحاكي إلى أكبر حد ممكن أداء اللاعب في تلك الرياضة ، فاستخدام السير المتحرك لمعرفة التحسن في الاستهلاك الأقصى للأكسجين لدى السباح مثلا لا يعطي الصورة كاملة كما لو تم اختبار ذلك السباح في وضع يحاكي السباحة .

## ما هي أهداف التقويم الفسيولوجي ؟

ترمي الاختبارات الفسيولوجية إلى تحقيق الأهداف التالية :

- ١- سوف نجعل الرياضي يتعرف على نقاط القوة والضعف لديه ، وتوضح مدى إمكاناته الفسيولوجية مع مقارنتها بالمعايير العامة .
- ٢- سوف توفر معلومات أولية تساعد على وصف التدريب المناسب ، ونجعل من الممكن معرفة التحسن أو التغير الناتج عن التدريب فيما بعد .
- ٣- تعتبر الاختبارات في حد ذاتها وسيلة تعليمية تساعد الرياضي على فهم أفضل لحالته الوظيفية وما يحدث داخل جسمه من جراء التدريب البدني مما يجعله أكثر حرصا واهتماما بهذا التدريب .
- ٤- من المهم أن ندرك أيضا أن الاختبارات الفسيولوجية في حد ذاتها مجرد أداة نستخدمها لمعرفة تفاصيل أكثر عن حالة اللاعب أو الفرد المقحوص وبذلك فهي مكملة للمعلومات المتوافرة عن اللاعب من خلال أداته في الميدان الرياضي .

### مقدمة في الإجراءات العملية

- كتابة التقارير العملية .
- قياسات أساسية .
  - تسجيل العمر .
  - قياس الوزن والطول .
  - تحديد مساحة سطح الجسم .



## كتابة التقرير المعلمي

مرعان ما يكشف الطالب أن إجراء التجربة في حد ذاته ومن ثم تجميع البيانات أو القياسات اللازمة ما هو إلا خطوة أولى من خطوات تنفيذ التجارب العملية . ذلك أن الخطوة التالية والتي لا تقل أهمية عن الأولى هي تحليل هذه النتائج تحليلًا موضوعيًا ثم عرضها بشكل منظم بما يتضمنه هذا العرض من جداول ورسوم بيانية ، وهذا ما يسمى بكتابة التقرير المعلمي ، ولقد جرت العادة على أن تتم كتابة التقرير المعلمي على النحو التالي :

اسم التجربة : ويتم فيها ذكر اسم التجربة بوضوح .

الغرض من التجربة : ويتم فيها ذكر الغرض أو الهدف من التجربة ، وقد يكون هنالك أكثر من هدف للتجربة الواحدة .

الأدوات المستخدمة : ويتم فيها ذكر جميع الأدوات والأجهزة التي استخدمت في هذه التجربة بالتفصيل .

الإجراءات : ويتم فيها شرح مفصل لخطوات التجربة مع ذكر عدد أفراد العينة المشاركة في التجربة ، وبعد جزءا منها حيث إن الوضوح في شرح خطوات التجربة يجعل الآخرين قادرين على تكرار تلك التجربة ومن ثم مقارنة النتائج مع تجارب سابقة .

النتائج والمناقشة : وبعد هذا الجزء من أهم أجزاء التقرير ، ويتم فيه أولا عرض النتائج كما ظهرت في البيانات التي حصل عليها الفاحص وتبويب وجدولة هذه البيانات مع عمل رسوم توضيحية للظواهر تحت الدراسة والتطرق للعلاقات بين المتغيرات المختلفة ، ومن ثم مناقشة هذه النتائج على ضوء الدراسات السابقة (إن وجدت) مع محاولة إيجاد تفسير لهذه النتائج وربطها بالإطار النظري للمظاهرة على الدراسة .

ويستحسن أن ينتهي التقرير بقائمة بالمراجع التي قام الباحث أو الفاحص بالرجوع إليها سواء لعمل التجربة أو لشرح النتائج ومناقشتها .

### ملاحظات عامة عند كتابة النتائج والمناقشة

١- قد يجد الباحث أو الطالب أن من المستحسن أن يتم فصل النتائج في جزء والمناقشة في جزء آخر أو قد يتم جمع هذين الجزئين في عنوان يشملها جميعا ، معتمدا في ذلك على طبيعة التقرير ، معطولا كان أو مختصرا ، وعلى رغبة أستاذ المادة .

٢- يجب ألا ينقل الطالب إعطاء أرقام مستقلة للجداول المرفقة ، وإن كان التقرير يحتوي على جدول واحد فقط حتى يسهل الإشارة إليه في متن التقرير ، وتنطبق هذه الملاحظة أيضا على الرسوم أو الأشكال البيانية .

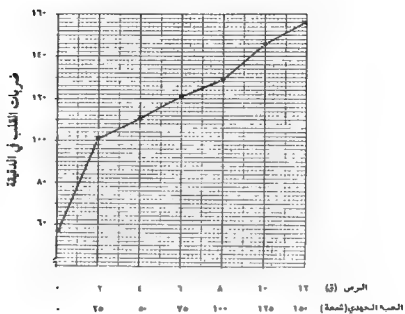
٣- يجب ألا ينقل الطالب أيضا إعطاء تعريف واضح لكل جدول أو رسم بياني يتضمنه التقرير ، ذلك أن كثيرا من الطلاب وبخاصة المبتدئين يقلون هذه الجوانب المهمة .

٤- في حالة وجود رسوم بيانية توضيحية ، وهي مهمة جدا وتختصر كثيرا من الشرح ، يجدر التنويه إلى أهمية كتابة الترميزات الخاصة بالشكل البياني على المحاورين س و ص كما هو موضح في الشكل رقم (١-١) على سبيل المثال ، حيث يمثل محور س الزمن بالدقائق (وليس بالثواني) ويمثل محور ص ضربات القلب في الدقيقة .

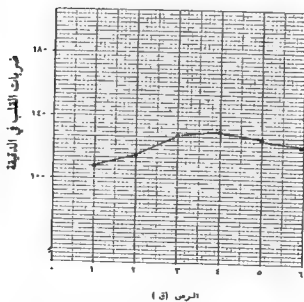
٥- من المهم أن يتم عرض البيانات أو النتائج بصورة جيدة وواقعية ولذا يجب التأكيد على حسن استخدام المسافات المثلثة للبيانات على محوري س و ص (حسن استخدام مقياس الرسم) . فعندما تكون النتائج ممثلة بيانيا على أحد المحورين (أو كليهما) بمقياس رسم صغير جدا ، تظهر النتيجة وكأنها تشير إلى عدم وجود فروق أو علاقة معينة بين المتغيرين كما هو موضح في الشكل رقم (١-٢) ، وكذلك الحال عندما تكون النتائج ممثلة بيانيا على أحد المحورين (أو كليهما) بمقياس رسم كبير جدا تظهر النتيجة مضخمة وتشير إلى وجود فروق كبيرة ، بينما هي في الواقع فروق طفيفة جدا كما هو موضح في الشكل رقم (١-٣) للبيانات الموجودة نفسها في الشكل رقم (١-٢) .

٦- من المهم جدا عندما لا تبدأ البيانات من الصفر على أحد المحورين س أو ص أن يوضع قاطع حتى يتسنى اختصار المسافات البينية بين الصفر والرقم الذي يليه .

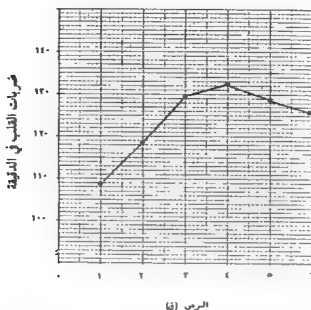
## مفاهيم أساسية



شكل رقم (١-١): استجابة ضربات القلب لجهد بدني متدرج.



شكل رقم (١-٢): مقياس رسم غير مناسب لا ينعكس التغيرات في ضربات القلب بوضوح.



شكل رقم (١ - ٣): نفس الليئات في شكل رقم (١ - ٢) ولكن بمقياس رسم مختلف.

## قياسات أساسية

هناك بعض القياسات التي تعتبر أساسية في معظم (إن لم يكن جميع) التجارب المعملية ، وتلك هي قياسات العمر والوزن والطول ، ورغم سهولة عمل هذه القياسات إلا أننا رأينا أن تناولها مفصلة نظراً لأهميتها على نتائج التجارب وخاصة الموجهة لأغراض البحث العلمي .

### تسجيل العمر

تعتبر معرفة عمر المفحوص مهمة جداً لإجراءات التجربة وقليل نجد تجربة بدون الإشارة إلى أعمار المفحوصين ، بل من المهم في كثير من الأحيان كتابة النتائج ومناقشتها تبعاً لتغيرها أو لارتباطها مع العمر . ولهذا وجب التنويه إلى أهمية تسجيل عمر المفحوص بشكل دقيق ما أمكن وذلك باتباع أحد الأساليب التالية :

١ - كتابة العمر بالسنوات والكسور العشرية للسنة ، فعندما يكون عمر المفحوص ١٦ سنة وستة أشهر يتم تسجيل عمره على أنه ١٦,٥ سنة ، وعندما يكون عمر المفحوص ١٧ سنة و٨ أشهر يتم تسجيل عمره على أنه ١٧,٧٥ سنة وهكذا .



٢- كتابة العمر بعدد الأشهر وهذه الطريقة شبيهة بالطريقة السابقة . فعندما يكون عمر المفحوص ١٠ سنوات يتم تسجيله على أنه ١٢٠ شهراً، وعندما يكون عمر المفحوص ١٢ سنة و ٦ أشهر يتم تسجيله ١٥٠ شهراً وهكذا ، وتستخدم هذه الطريقة بشكل واضح في دراسات النمو الجسدي لما لتلك الدراسات من اهتمام مباشر بتأثير النمو على المتغيرات الأخرى .

٣- كتابة العمر إلى أقرب نصف سنة ، فعندما يكون العمر ٢٣ سنة و ٤ أشهر يتم تسجيله على أنه ٢٣, ٥ سنة ، والذي عمره ٢٤ سنة و ١٠ أشهر فيكتب عمره على أنه ٢٥ سنة وهكذا .

٤- كتابة العمر بالسنوات فقط وبذلك يتم جبر الأشهر إذا كانت ستة أشهر أو أكثر وحذفها إذا كانت أقل من ذلك، وعليه تكون السنوات كاملة ، فالذي عمره ١٧ سنة وثلاثة أشهر يصبح ١٧ سنة ، والذي عمره ١٩ سنة وثمانية أشهر يصبح ٢٠ سنة ، وهكذا .

والجدير بالذكر أن الطريقتين ١ و ٢ تسجيل نتائج العمر بدقة عالية ، أما الطريقتين ٣ ، ٤ فتسجيلان العمر لآخر نصف سنة أو سنة . ويعتقد أنه باستثناء الدراسات المتعلقة بالنمو والتي يتم فيها تسجيل العمر بدقة متناهية في الأماكن اللجوء إلى الطريقتين ٣ و ٤ وخاصة بالنسبة لدراسة مجموعة من المفحوصين البالغين .

### قياس الوزن والطول

تعتبر معرفة وزن وطول المفحوص إجراء مهماً في العديد من التجارب التي تتم في مختبر وظائف أعضاء الجهد البدني . ذلك أن الوزن خاصية (والطول بدرجة أقل) يعتبر عاملاً مؤثراً على كثير من القياسات ، فعند مقارنة مجموعة من الأفراد ببعض تنسب القياسات الفسيولوجية إلى وزن الجسم لتضاد تأثير وزن الجسم على المتغير قيد الدراسة ، فمثلاً عند قياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين أو تقديره نحصل أولاً على الاستهلاك الكلي للفرد بالتر في الدقيقة (وهذا ما يسمى بالاستهلاك المطلق) ، والمعروف أن وزن الجسم يؤثر إلى حد ما على مقدار هذا الاستهلاك المطلق ، فكلما كان وزن الفرد كبيراً (وخاصة عندما يكون هذا الوزن عضلات) كان الاستهلاك المطلق كبيراً أيضاً ، ولهذا من الصعب استخدام الاستهلاك الكلي أو المطلق عند مقارنة شخصين مختلفين كثيراً في الوزن ، ولهذا نلجأ إلى مقارنة الاستهلاك الأقصى للأكسجين نسبة إلى كل كجم من وزن الجسم ، أو ما يسمى بالاستهلاك النسبي والذي يعني هنا استهلاك الأكسجين بالمليتر في الدقيقة لكل كجم من وزن الجسم ، وعليه يمكن مقارنة الأفراد ، مما يجعل لمعرفة الوزن هنا أهمية كبيرة .

وعلى الرغم من سهولة ويسر عمليتي قياس الوزن والطول إلا أن الباحث الرصين لا يتغلبهما ، ولهذا وجب التأكيد هنا على بعض الإجراءات الاحتياطية المهمة عند أخذ قياسي الوزن والطول للأفراد :

### قياس الوزن

١ - يجب أن يكون الميزان معياراً ويفضل أن يكون رقمياً (Digital) ليعطي القراءة بالكيلوجرام وكسوره أو على الأقل إلى أقرب نصف كيلوجرام .

٢ - يجب أن تتم عملية الوزن على أرض صلبة حيث إن وضع الميزان على أرض لينة كالسجاد يمتص جزءاً من الوزن .

٣ - يجب أن تتم عملية الوزن بأقل الملابس الممكنة وبالطبع بدون حذاء .

### قياس الطول

١ - يتم قياس الطول إلى أقرب نصف سم أو سم على الأقل .

٢ - تتم عملية القياس بدون حذاء والمفحوص منتصب القائمة ويراعى أن يتم الضغط على رأس المفحوص وخاصة عندما يكون الشعر كثيفاً .

٣ - في حالة دراسات النمو البدني يجب أخذ الطول في أوقات ثابتة نظراً للتغير الطفيف في الطول على مدار اليوم .

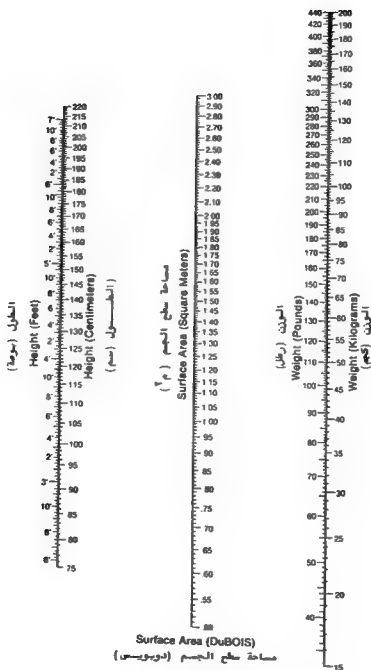
ملحوظة : عند عدم توافر مقياس للطول يمكن التعويض عن ذلك بوضع شريط لاصق مدرج على حائط أمس أو لوح قائم ويتم استخدام مسطرة توضع فوق الرأس (أفقياً) بدل عارضة القياس لتحديد الطول .

### تحديد مساحة سطح الجسم (Body Surface Area)

في كثير من الأحيان نجد هنالك حاجة إلى معرفة مساحة سطح الجسم كي يتم ربط بعض المتغيرات بها ، ويمكن تعريف مساحة سطح الجسم بأنها تلك المساحة التي يشغلها الجلد . ويمكن تحديد مساحة سطح الجسم بسهولة باستخدام معادلة دويويس (Dubois) على النحو التالي :

$$\text{مساحة سطح الجسم (بالمتر المربع)} = \text{الوزن (كجم)}^{0.725} \times \text{الطول (سم)}^{0.725} \times 0.007184$$

ويمكن استخدام المخطط (نوموجرام) الموجود في شكل (١-٤) للحصول على مساحة سطح الجسم مباشرة بدون استخدام المعادلة السابقة ، وذلك بإيصال خط مستقيم بين الوزن (كجم) والطول (سم) .



شكل رقم (١-٤): مخطط (توجرام) لتحديد مساحة سطح الجسم (بالمتر المربع).

(المصدر - Fox et al., 1988)



## قياس الجهد البدني (العبء الجهدى)

### ● مقدمة

- قياس العبء الجهدى باستخدام السير المتحرك
- قياس العبء الجهدى باستخدام دراجة الجهد
- قياس العبء الجهدى باستخدام صندوق الخطوة



## مقدمة

لتصور أننا طلبنا من اثنين من الأفراد أداء جهدين بدنيين حيث يقوم الأول بعدو مائة متر بأقصى سرعة لديه، ويقوم الثاني بصعود الدرج لجنى مكون من ٣ طوابق، وقمنا بعمل بعض القياسات الفسيولوجية لكلا المفحوصين أثناء أداء المجهودين المختلفين بغرض المقارنة. فهل عملية المقارنة بينهما صحيحة؟ وإذا كانت غير صحيحة فما هو السبب يا ترى؟

في الواقع وحتى إذا سلمنا بأن اللياقة البدنية لكلا الفردين متساوية أو متقاربة جدا، فإننا لا نستطيع مقارنة استجابة التغيرات الفسيولوجية عند الأول بالآخر بدون معرفة تامة للعبء الملحق على كل منهما أثناء الجهد البدني أو ما يسمى بالعبء الجهدي (Work Load)، ولهذا تكمن أهمية معرفة العبء الجهدي للفرد عند اختباره وخاصة إذا أردنا مقارنة مجموعة أخرى من الأفراد. وعلى ذلك، ولكي تكون القياسات الفسيولوجية ذات معنى أثناء الجهد البدني يجب أن يكون ذلك الجهد قابلا للقياس (measurable) ويمكن إعادته مرارا (repeatable). وهناك العديد من الطرق التي يمكن من خلالها تعريض المفحوص لجهد بدني وعدد ومعايير مما يسهل معرفة استجابة ذلك الفرد لهذا العبء الجهدي مقارنة بالآخرين. وسوف نتطرق في الواقع إلى أهم الوسائل الشائعة لقياس العبء الجهدي لدى الإنسان مع التطرق لمميزات وعيوب كل طريقة وكيفية حساب الشغل المبذول.

### قياس العبء الجهدي باستخدام السير المتحرك (Treadmill)

هذا الجهاز عبارة عن سير من الجلد المقوى أو المطاط يدور حول اسطوانتين ويمكن التحكم في سرعته ومقدار ميله عماكين بذلك عمليتي المشي والجري الطبيعيين لدى الإنسان. انظر إلى الشكل رقم (١-٢).

#### للمميزات

١- يحاكي المشي أو الجري وكلاهما حركتان طبيعيتان لدى الإنسان.



شكل رقم (١-٢): جهاز السير للتحريك ويدواحد للمحوصين أثناء جريه عليه (الصورة من مختبر وظائف أعضاء الجهد البدني- قسم التربية البدنية- جامعة الملك سعود).

- ٢- يتم فيه استخدام عضلات كبرى مما يعطي مقدارا عاليا من الاستهلاك الأقصى للأكسجين .
- ٣- يمكن ضبط السرعة والميل .
- ٤- أكثر الطرق استخداما وشيوعا .

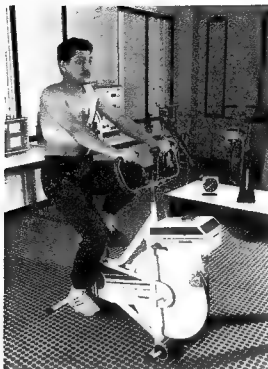
#### الميوب

- ١- مكلف وبالتالي غير متوافر في كل مكان .
- ٢- يحدث ضوضاء وإزعاجاً نتيجة للتشغيل .
- ٣- يصعب أخذ قياسات أخرى أثناء الاختبار (مثل ضغط الدم) .
- ٤- يصعب حساب الشغل بدقة حيث يلعب الوزن دورا في الجهد المبذول .

#### قياس العبء الجهدي باستخدام دراجة الجهد (Cycle Ergometer)

وهي الدراجة الثابتة ذات العجل الدوار حيث يمكن التحكم في درجة المقاومة الناتجة عن احتكاك العجل بشرط الشد (Tension cable) . والجدير بالذكر أن هناك دراجة معدلة تستخدم لعضلات اليدين وتسمى بجهاز اليدين (Arm Ergometer) . انظر الشكل رقم (٢-٢) ورقم (٣-٢) .





شكل رقم (٢ - ٢): دراجة الجهد ويبدو عليها أحد المقيمين ( الصورة من مختبر وظائف أعضاء الجهد البدني - قسم التربية البدنية - جامعة الملك سعود).



شكل رقم (٣ - ٢): جهاز البدني، ويبدو أحد المقيمين أثناء اختبار الجهد (الصورة من مختبر وظائف أعضاء الجهد البدني - قسم التربية البدنية - جامعة الملك سعود).

## للمميزات

- ١- غير مكلفة نسبيا مقارنة بالسير المتحرك .
- ٢- يمكن عمل قياسات أخرى أثناء الاختبار لأن المحصور شبه ثابت (الجزء الأعلى من الجسم) .
- ٣- يمكن معرفة الشغل بدقة حيث لا علاقة لوزن الجسم بالشغل المبذول .

## العيوب

- ١- يعتبر استخدام الدراجة بشكل عام غير طبيعي للكثير من الأفراد وخاصة عند مقاومة عالية ، مما يؤدي إلى عدم قدرة الفرد على الإستمرار في الجهد نتيجة لتعب عضلات الرجلين فقط .
- ٢- يتم الحصول على إستهلاك أقصى للأكسجين أقل بمقدار ٧-٨٪ من السير المتحرك .

## قياس العبء الجهدي باستخدام صندوق الخطوة (Step Test)

وهو صندوق مربع أو شبه بذلك ذو أطوال معينة ويتم تعريض المحصور للجهد البدني باستخدامه وذلك من خلال صعود المحصور ونزوله منه مرات متكررة - انظر الشكل رقم (٢ - ٤) .



شكل رقم (٢ - ٤): صندوق الخطوة ويبدو أحد المحصرين أثناء قياس عبء الجهد باستخدام اختبار الخطوة (الصورة من تجارب وظائف أعضاء الجهد البدني - قسم التربية البدنية - جامعة الملك سعود) .

### المميزات

- ١- غير مكلف وسهل الصنع .
- ٢- سهل الاستخدام .
- ٣- يتم فيه استخدام عضلات كبرى .

### العيوب

- ١- يصعب أخذ قياسات أخرى أثناء الاختبار نتيجة للحركة المستمرة للمفحوص .
- ٢- يصعب إجهاد الأفراد ذوي اللياقة البدنية العالية بدون اللجوء إلى معدل سريع من الخطوات (إيقاع الصعود والهبوط) .
- ٣- يعتمد حساب الشغل على وزن الجسم وبالتالي لا يمكن حساب الشغل بدقة حيث لا نستطيع في الواقع حساب الشغل الناتج عن الانقباض العضلي المتحرك السالب (الشغل الناتج عن النزول من على الصندوق) (Eccentric work) .

### قياس الشغل

نظراً لصعوبة حساب الشغل أثناء أداء الجهد البدني بواسطة السير المتحرك فسوف نكتفي بالطرق لكيفية حساب الشغل أثناء أداء جهد بدني باستخدام اختبار الخطوة وكذلك دراجة الجهد . وجدير بالإشارة أن الشغل يساوي القوة مضروبة بالمسافة .

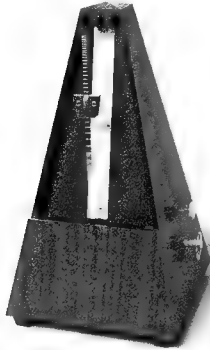
### (١) اختبار الخطوة

#### الأدوات المستخدمة

- صندوق الخطوة ذو طول وعرض = ٥٠ سم وارتفاع = ٤٠ سم (ويمكن استخدام صندوق أقل ارتفاعاً مع أخذ ذلك في الاعتبار عند حساب الشغل) .
- مقياس Metronome (وهو جهاز يحتوي بندولا يتحرك يمينا وشمالا بانتظام ويعطي صوتاً ويتم التحكم في سرعة حركته) انظر الشكل رقم (٢-٥) .
- ساعة توقيت .

### الإجراءات

- ١- حدد وزن المفحوص إلى أقرب نصف كيلوجرام .
- ٢- حدد ارتفاع صندوق الخطوة بالمتر (في هذه الحالة يكون ارتفاع الصندوق المستخدم ٤٠ سم) .
- ٣- اضبط الإيقاع على ١٢٠ دقة في الدقيقة (أي أن المفحوص سيصعد فوق الصندوق ٣٠ مرة في الدقيقة) .
- ٤- يتم صعود المفحوص على الصندوق بقدم واحدة أولاً ثم بالأخرى ، ثم يبدأ بالنزول بالقدم الأولى ثم



شكل رقم (٢-٥): الميقاع (الميكانيكي) وهو جهاز يحتوي بندولا يتحرك يمينا ويسارا بانتظام ممطيا صوتا، ويتم التحكم في سرعة حركته (الصورة من مختبر وظائف أعضاء الجهد البدني - قسم التريية البدنية - جامعة الملك سعود).

الأخيرة، وهكذا متزامنا مع الإيقاع في صعوده ونزوله .  
٥ - يبدأ التوقيت عند صعود المفحوص مباشرة حتى نهاية الاختبار (لمدة محددة مثلا دقيقة أو دقيقتان أو ثلاث دقائق) .

٦ - يتم حساب الشغل على النحو التالي :

$$\begin{aligned} \text{الشغل (كجم . م / ق)} &= \text{القوة} \times \text{المسافة} \\ &= \text{وزن الجسم (كجم)} \times \text{ارتفاع الصندوق (بالمتر)} \times \text{معدل الصعود في الدقيقة} . \end{aligned}$$

وحيث إن ارتفاع الصندوق يساوي ٤ م. ومعدل الصعود يساوي ٣٠ مرة في الدقيقة  
إذن الشغل (كجم . م / ق) = وزن الجسم (كجم)  $\times$  ٤  $\times$  ٣٠ صعود/ق

مثال : إذا كان المحرّص يزن ٧٠ كجم  
الشغل =  $٧٠ \times ٤,٤ \times ٣٠ = ٨٤٠$  كجم . متر/ق

## (٢) اختبار دراجة الجهد :

### الأدوات المستخدمة :

- دراجة جهد معايرة (ماركة مونارك أو شبيهه لها) .
- ميقاع Metronome .
- ساعة توقيت .

### الإجراءات

- ١- يتم أولاً ضبط مقاومة الدراجة على الرقم المطلوب (١ كجم أو ١٥ كجم أو ٢ كجم الخ) .
- ٢- يتم ضبط الميقاع على ١٠٠ دقة في الدقيقة ، وبذلك فإن المحرّص سوف يرفع بساقيه دواستي الدراجة ١٠٠ مرة في الدقيقة بتناسق مع الإيقاع وبالتالي يدور العجل ٥٠ دورة كاملة في الدقيقة .
- ٣- يبدأ التوقيت عند بدء تحريك العجل مباشرة ولمدة محددة (دقيقة أو دقيقتان أو خمس دقائق مثلاً) .
- ٤- يتم حساب الشغل على النحو التالي :

الشغل = المقاومة × المسافة  
الشغل = مقاومة احتكاك العجل × ط × نصف قطر العجل × عدد الدورات في الدقيقة .  
ولأن عدد الدورات في الدقيقة قد تم تحديده بـ ٥٠ دورة/ق .  
ولأن ط مضروباً في نصف قطر العجل للدراجة مونارك = ٦ مترات ، وعند افتراض أن المقاومة موضوعة على ١ كجم فيكون الشغل :  
الشغل =  $١ \times ٦ \times ٥٠ = ٣٠٠$  كجم . متر/ق  
وعند وضع المقاومة على ٢ كجم يصبح الشغل =  $٦٠٠$  كجم . م/ق . . وهكذا .

ملاحظة : إن الشغل المبذول (أو العبء الجهدي) باستخدام دراجة مونارك يساوي كالتالي :

- عند وضع المقاومة عند ١ كجم فإن الشغل =  $٣٠٠$  كجم . م/ق أو ٥٠ شمعة .
- عند وضع المقاومة عند ١,٥ كجم فإن الشغل =  $٤٥٠$  كجم . م/ق أو ٧٥ شمعة .
- عند وضع المقاومة عند ٢ كجم فإن الشغل =  $٦٠٠$  كجم . م/ق أو ١٠٠ شمعة .
- عند وضع المقاومة عند ٢,٥ كجم فإن الشغل =  $٧٥٠$  كجم . م/ق أو ١٢٥ شمعة .
- عند وضع المقاومة عند ٣ كجم فإن الشغل =  $٩٠٠$  كجم . م/ق أو ١٥٠ شمعة .



## الجهاز الدوري التنفسي

- بحرية رقم ٣ معدل ضربات القلب في الراحة وفي الجهد البدني .  
بحرية رقم ٤ اختبار الخطوة لهاوارد .

### اختبارات القدرة الهوائية

- بحرية رقم ٥ تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين (اختبار استراند) .  
بحرية رقم ٦ تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين باستخدام معادلة فوكس  
بحرية رقم ٧ تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين (اختبار كوينز كولييج) .  
بحرية رقم ٨ إمكانية الجهد البدني عند ضربات القلب ١٧٠ ..  
بحرية رقم ٩ ضغط الدم في الراحة وفي الجهد البدني .  
بحرية رقم ١٠ اختبارات الوظائف التنفسية .





## تجربة رقم (٣)

### معدل ضربات القلب في الراحة وفي الجهد البدني

- مقدمة .
- تحديد معدل ضربات القلب .
- جهاز التوصيل الكهربائي في القلب .
- الغرض من التجربة
- الأدوات المستخدمة
- إجراءات التجربة .



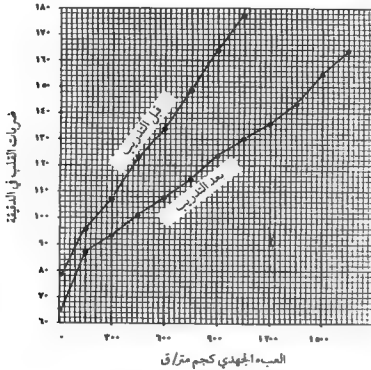
## مقدمة

يعتبر معدل ضربات القلب من المؤشرات التي يمكن الاستدلال بواسطتها على مدى شدة الجهد البدني الملقى على الجسم . وترتفع ضربات القلب لدى الفرد بصورة مضطربة عند زيادة العبء الجهدي الملقى على الفرد حتى تصل إلى أقصى معدل لها عند الشدة القصوى . أما عندما يكون الجهد البدني دون الأقصى فالملاحظ أن ضربات القلب ترتفع في البداية ثم تستقر في الغالب ، إلا أن يكون الجهد البدني قريباً من الشدة القصوى عندها نلاحظ ارتفاعاً في ضربات القلب بعد فترة الاستقرار .

والجدير بالذكر أن ضربات القلب لدى الفرد العادي (غير الرياضي) تتراوح من ٧٠ - ٨٠ ضربة في الدقيقة أثناء الراحة ، ويعني ذلك أن القلب يدفع كمية محدودة من الدم من سبعين إلى ثمانين مرة في الدقيقة . ومن المعروف أنه عندما تزداد ضربات القلب في الراحة عن ١٠٠ ضربة في الدقيقة فإن ذلك يدعى حالة تسرع في ضربات القلب أو خفقان (tachycardia) بينما انخفاض ضربات القلب في الراحة إلى أقل من ٦٠ ضربة في الدقيقة يسمى ببطء ضربات القلب (bradycardia) . ويؤدي التدريب البدني المنتظم إلى انخفاض ضربات القلب في الراحة مقارنة بما قبل التدريب وذلك مرده إلى تكيف فسيولوجي . ولتوضيح ذلك يجدر أن نعرف أولاً أن ناتج القلب (cardiac output) أو كمية الدم التي يضخها القلب في الدقيقة هو حاصل ضرب حجم الدفعة (stroke volume) (أو كمية الدم التي يضخها القلب في كل ضربة) في عدد ضربات القلب . ومن المعروف أن التدريب البدني يؤدي إلى زيادة حجم الدفعة أو كمية الدم التي يضخها القلب في كل ضربة من ضرباته ، مما يجعل القلب أكثر كفاءة في عمله وبالتالي يستطيع القلب تلبية الطلب على الدم من قبل أجزاء الجسم المختلفة بعدد أقل من ضربات القلب ، ولهذا نلاحظ أن ضربات القلب في الراحة تنخفض بعد التدريب البدني المنتظم .

يتضح إذن أن التدريب البدني يؤدي إلى انخفاض ضربات القلب في الراحة مقارنة بما قبل التدريب، والملاحظ أن كثيراً من الرياضيين يتميزون بضربات قلب منخفضة في الراحة وتتراوح في الغالب بين ٥٠-٧٠ ضربة في الدقيقة ، إلا أن هناك حالات عديدة لرياضيين ينخفض لديهم معدل ضربات القلب إلى ما دون ٤٠ ضربة في الدقيقة ، بل أن هناك حالات لرياضيين ينخفض لديهم معدل ضربات القلب إلى أقل من ٣٠ ضربة في

الدقيقة حيث سجلت ضربات قلب في الراحة لتسابقني ماراثون عند ٢٩ ضربة في الدقيقة وآخر ٢٥ ضربة في الدقيقة . كما يؤدي التدريب إلى انخفاض ضربات القلب دون القصوى مقارنة بما قبل التدريب كما يوضحه الشكل البياني رقم (٣-١) .



شكل رقم (٣-١): تأثير التدريب البدني على ضربات القلب .

ويصل معدل ضربات القلب القصوى إلى حوالي ٢٠٠ ضربة في الدقيقة لدى الشاب السليم في العشرين من عمره ، ويمكن معرفة ضربات القلب القصوى على وجه الدقة عن طريق قياس معدل ضربات القلب أثناء أداء جهد بدني أقصى ، غير أنه يمكن تقدير ضربات القلب القصوى تقديراً قريباً من القياس الحقيقي إذا تعذر قياس ضربات القلب القصوى بدقة ، ويمكن تقدير ضربات القلب القصوى من خلال طرح عمر الفرد من الرقم ٢٢٠ كما في المعادلة التالية :

$$\text{معدل ضربات القلب القصوى} = 220 - \text{العمر} .$$

والجدير بالذكر أن معدل ضربات القلب القصوى ينخفض تدريجياً مع التقدم بالسن وذلك بواقع ١٠ دقائق لكل عقد من الزمن بعد سن العشرين تقريباً ، على أن التدريب البدني يقلل من ذلك الانخفاض إلى حد ما .

## تحديد معدل ضربات القلب

تعتمد معظم التجارب العملية في وظائف أعضاء الجهد البدني على المعرفة الدقيقة لمعدل ضربات القلب ، لذا لزم التأكيد على أهمية التعرف على كيفية قياس ضربات القلب أو على الأقل تقديرها عن طريق قياس معدل النبض (pulse rate) : وتعتبر عملية قياس ضربات القلب من القياسات السهلة والبسيطة نسبياً ، ويتم قياس ضربات القلب بمعدلها في الدقيقة . وكما أن معدل ضربات القلب يستخدم لمعرفة التغير من حالة الراحة إلى حالة الجهد البدني فإن معدل ضربات القلب أثناء الاسترداد (recovery) يعد مهماً أيضاً كمؤشر للسرعة التي يسترد فيها الفرد ضربات قلبه أثناء الراحة . ويمكن معرفة معدل ضربات القلب عن طريق أي من الوسائل التالية :

### ١ - الساعة الطبية

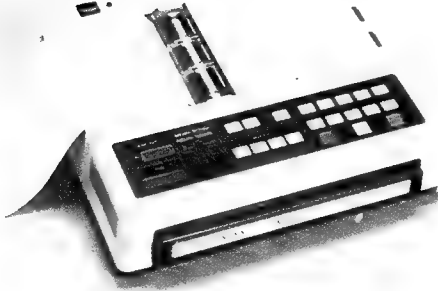
وفي هذه الطريقة يمكننا سماع ضربات القلب مباشرة عن طريق الساعة الطبية وبالتالي معرفة معدلها في الدقيقة . ويعتبر أفضل موقع لسماع دقات القلب بوضوح الفراغ الين - ضلعي الثالث في الجهة اليسرى من الصدر (3rd intercostal space) .

### ٢ - جهاز تخطيط القلب Electrocardiogram

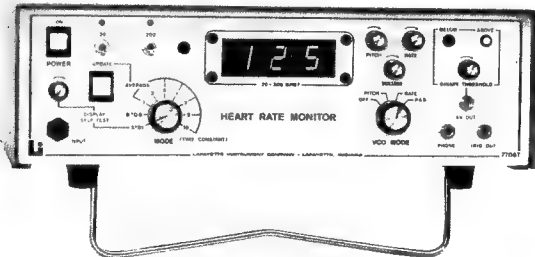
يمكن الاستدلال على معدل ضربات القلب بدقة عن طريق قراءة تخطيط القلب بواسطة جهاز تخطيط القلب (ECG) ، حيث تكمن عملية رسم القلب أو تخطيطه في أن القلب يصدر موجات كهربائية تنبعث من ضابط انيقاع القلب وهي العقدة الجيبية (sinus node) الموجودة في الجزء العلوي من الأذين الأيمن وتنتشر هذه الموجات بعد ذلك إلى جميع أجزاء الأذين الأيمن والأيسر حتى تصل إلى عقدة أخرى موجودة بين الأذين الأيمن والبطين الأيمن وتسمى العقدة الأذينية البطينية (A-V node) ومنها إلى جذع هس ثم إلى الألياف بركيني ثم إلى جميع أجزاء البطين الأيمن والأيسر ، وهكذا يتم تنبيه الأذنين أولاً ثم البطينين ثانياً وتكرر العملية ٧٠-٨٠ مرة في الدقيقة في الراحة . وعند وضع مجسات (Electrodes) في مواقع معينة على الصدر يمكن التقاط الموجات الكهربائية الصادرة من القلب ومن ثم رسمها على جهاز تخطيط القلب كما هو موضح في الشكل رقم (٣-٢) . ومن معرفة المسافة بين حركتي آر يتم تحديد معدل ضربات القلب في الدقيقة . وتوجد الآن في الأسواق أجهزة تعمل على التقاط الموجات الكهربائية الصادرة من القلب وتحولها رقمياً على مؤشر يمكن مشاهدته مباشرة (انظر الشكل رقم ٣-٣) .

### ٣ - معرفة نبض القلب

إن ضربات القلب التي يتبع عنها دفع الدم من القلب عبر الشرايين إلى أنسجة الجسم المختلفة يمكن معرفتها إذا تحسنا موجات الدم المتدفق عبر الشرايين حيث تكون هذه الموجات نبضات يمكن معرفة معدلها كمؤشر لمعدل ضربات القلب . ويتم تحس النبض (pulse) من موقعين رئيسيين هما :



شكل رقم (٢-٣): جهاز تخطيط القلب (من شركة فوكودا دنشي).



شكل رقم (٣-٣): جهاز مراقبة ضربات القلب (من شركة لافليت).

أ- موقع الشريان السباتي (carotid artery) في الجهة الجانبية للرقبة تحت الصدغ (على أي من الجانبين) ويحتاج الفاحص إلى الضغط على تلك الجهة بإصبعين أو ثلاثة حتى يشعر بالنض.

ب- يمكن تحسس النبض أيضا من موقع آخر وهو موقع الشريان الكعبري (Radial artery) فوق عظم الكعبرة عند مفصل الرسغ واليد ممدودة ومبسوطة الكف إلى أعلى (أي في الجهة الجانبية للساعد عند مفصل الرسغ واليد ممدودة ومبسوطة الكف إلى أعلى) - انظر الشكل رقم (٣-٤).

ويتم معرفة معدل النبض عن طريق قياس عدد مرات النبض في ١٠ ثوان مثلا ثم ضرب الناتج في ٦ أو قياس عدد مرات النبض في ١٥ ثانية ثم ضرب الناتج في ٤ وهكذا للحصول على معدل النبض في الدقيقة.



شكل رقم (٣-٤): يمكن تحسس نبض القلب من موقعين هما موقع الشريان الكعبري (الصورة العليا) وموقع الشريان السباتي (الصورة السفلى). (الصورة من كتاب: (The Healthy Heart; by A. Fisher, 1961, p. 40).

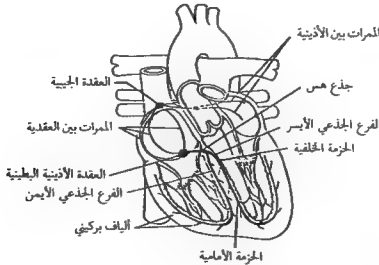
بالإضافة إلى معرفة النبض في الدقيقة عن طريق قياس عدد مرات النبض في زمن معين من الثواني يمكن معرفة معدل النبض بدقة عن طريق استخدام الجدول رقم (٣-١) . ولإستخدام ذلك الجدول الذي يوضح عمودا للزمن بالثانية وآخر لما يقابله من معدل لضربات القلب ، يلزم حساب الزمن اللازم (بالثواني) لتعداد ٢٠ نبضة بواسطة التحسس ، ومن ثم تطبيق ذلك الزمن على الجدول رقم (٣-١) ومعرفة ما يقابل ذلك من ضربات القلب .

#### مثال

استغرقت عملية حساب ٢٠ نبضة زمنا قدره ١٩,٨ ثانية ، وعندما ننظر إلى ما يقابل ١٩,٨ ثانية من ضربات القلب نجد أنها تساوي ٦١ ضربة في الدقيقة ، وهكذا .

### جهاز التوصيل الكهربائي في القلب (Conduction System of the Heart)

توجد في القلب أنسجة متخصصة ذات قدرة على توليد ونشر ذبذبات أو موجات كهربائية . هذه الأنسجة تكون ما يعرف بجهاز التوصيل الكهربائي في القلب . وتتكون كما هو موضح في الشكل رقم (٣-٥) من العقدة الجيبية (Sinus node) والمرات بين العقدة (Internodal Pathways) والمرات بين الأذينية وكذلك العقدة الأذينية البطينية (AV node) وجذع هس (bundle of His) والفروع الجذعية (Bundle branches) وألياف بركيني (Purkinje's fibers) .



شكل رقم (٣-٥): جهاز التوصيل الكهربائي في القلب.



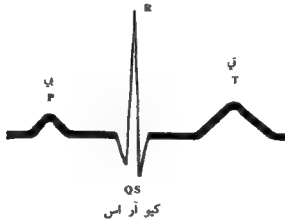
جدول رقم (١-٣): تحويل الزمن اللازم لتوقيت ٢٠ ضربة من ضربات القلب إلى عدد ضربات القلب في الدقيقة.

الزمن (ث)	ضربات القلب	الزمن (ث)	ضربات القلب	الزمن (ث)	ضربات القلب	الزمن (ث)	ضربات القلب
٢٠,٠	٦٠	١٦,٣	٧٤	١٢,٦	٩٥	٩,٠	١٣٣
١٩,٩	٦٠	١٦,٢	٧٤	١٢,٥	٩٦	٨,٩	١٣٥
١٩,٨	٦١	١٦,١	٧٥	١٢,٤	٩٧	٨,٨	١٣٦
١٩,٧	٦١	١٦,٠	٧٥	١٢,٣	٩٨	٨,٧	١٣٨
١٩,٦	٦١	١٥,٩	٧٥	١٢,٢	٩٨	٨,٦	١٤٠
١٩,٥	٦٢	١٥,٨	٧٦	١٢,١	٩٩	٨,٥	١٤١
١٩,٤	٦٢	١٥,٧	٧٦	١٢,٠	١٠٠	٨,٤	١٤٣
١٩,٣	٦٢	١٥,٦	٧٧	١١,٩	١٠١	٨,٣	١٤٥
١٩,٢	٦٣	١٥,٥	٧٧	١١,٨	١٠٢	٨,٢	١٤٦
١٩,١	٦٣	١٥,٤	٧٨	١١,٧	١٠٣	٨,١	١٤٨
١٩,٠	٦٣	١٥,٣	٧٨	١١,٦	١٠٣	٨,٠	١٥٠
١٨,٩	٦٣	١٥,٢	٧٩	١١,٥	١٠٤	٧,٩	١٥٢
١٨,٨	٦٤	١٥,١	٧٩	١١,٤	١٠٥	٧,٨	١٥٤
١٨,٧	٦٤	١٥,٠	٨٠	١١,٣	١٠٦	٧,٧	١٥٦
١٨,٦	٦٥	١٤,٩	٨١	١١,٢	١٠٧	٧,٦	١٥٨
١٨,٥	٦٥	١٤,٨	٨١	١١,١	١٠٨	٧,٥	١٦٠
١٨,٤	٦٥	١٤,٧	٨٢	١١,٠	١٠٩	٧,٤	١٦٢
١٨,٣	٦٦	١٤,٦	٨٢	١٠,٩	١١٠	٧,٣	١٦٤
١٨,٢	٦٦	١٤,٥	٨٣	١٠,٨	١١١	٧,٢	١٦٧
١٨,١	٦٦	١٤,٤	٨٣	١٠,٧	١١٢	٧,١	١٦٩
١٨,٠	٦٧	١٤,٣	٨٤	١٠,٦	١١٣	٧,٠	١٧١
١٧,٩	٦٧	١٤,٢	٨٥	١٠,٥	١١٤	٦,٩	١٧٤
١٧,٨	٦٧	١٤,١	٨٥	١٠,٤	١١٥	٦,٨	١٧٦
١٧,٧	٦٨	١٤,٠	٨٦	١٠,٣	١١٦	٦,٧	١٧٩
١٧,٦	٦٨	١٣,٩	٨٦	١٠,٢	١١٧	٦,٦	١٨٢
١٧,٥	٦٩	١٣,٨	٨٧	١٠,١	١١٨	٦,٥	١٨٥
١٧,٤	٦٩	١٣,٧	٨٨	١٠,٠	١٢٠	٦,٤	١٨٨
١٧,٣	٦٩	١٣,٦	٨٨	٩,٩	١٢١	٦,٣	١٩٠
١٧,٢	٧٠	١٣,٥	٨٩	٩,٨	١٢٢	٦,٢	١٩٤
١٧,١	٧٠	١٣,٤	٨٩	٩,٧	١٢٤	٦,١	١٩٧
١٧,٠	٧١	١٣,٣	٩٠	٩,٦	١٢٥	٦,٠	٢٠٠
١٦,٩	٧١	١٣,٢	٩١	٩,٥	١٢٦	٥,٩	٢٠٣
١٦,٨	٧١	١٣,١	٩٢	٩,٤	١٢٨	٥,٨	٢٠٧
١٦,٧	٧٢	١٣,٠	٩٢	٩,٣	١٢٩	٥,٧	٢١١
١٦,٦	٧٢	١٢,٩	٩٣	٩,٢	١٣٠	٥,٦	٢١٤
١٦,٥	٧٣	١٢,٨	٩٤	٩,١	١٣٢	٥,٥	٢١٨
١٦,٤	٧٣	١٢,٧	٩٤				

وكل خلية من الخلايا السابقة الذكر لديها القدرة على إصدار النبضات أو الموجات الكهربائية على حدة إذا اقتضت الضرورة ، إلا أن ضبط إيقاع القلب في الأحوال الاعتيادية يتم من قبل العقدة الجيبية وهي مجموعة من الخلايا المتخصصة تقع في الجزء العلوي من الأذين الأيمن بالقرب من الوريد الأجوف العلوي وتصدر موجات كهربائية بمعدل ٦٠ إلى ١٠٠ مرة في الدقيقة مما يجعلها تحدد إيقاع ضربات القلب في الأحوال الاعتيادية . أما العقدة الأذينية البطينية فتقع في الجزء السفلي من الأذين الأيمن قرب البطين الأيمن وتصدر موجاتها الكهربائية بمعدل ٤٠ - ٦٠ مرة في الدقيقة ، أما بقية أنسجة البطين فتصدر موجات كهربائية بمعدل أبطأ من ذلك (حوالي ٣٠ في الدقيقة) . وعلى هذا يتضح أنه في الأحوال الاعتيادية فإن العقدة الجيبية تقود بقية الخلايا الأخرى في كونها تصدر الموجات الكهربائية التي تنتشر بدورها إلى جميع أجزاء الأذينين ثم تصل إلى العقدة الأذينية البطينية ثم إلى جذع حس والفروع الجذعية وأخيراً إلى ألياف بركيني وبالتالي تنتشر إلى جميع أجزاء البطينين . إن مرور الموجات الكهربائية بأنسجة الأذينين يؤدي إلى حدوث حالة زوال استقطاب للأذينين (وهي عملية تغير الشحنات الكهربائية داخل وخارج الخلايا الأذينية) يتبعها حدوث انقباض للأذينين . إن مرور الموجات الكهربائية بأنسجة البطينين يؤدي إلى حدوث حالة زوال استقطاب للبطينين ويتبع ذلك حدوث انقباض للبطينين ، وهكذا تستمر العملية فيتضح أن الحركة الميكانيكية لمعضلات القلب والتي تمثل في الواقع ضربات القلب تبدأ من العقدة الجيبية ، ولهذا تسمى ضابط إيقاع القلب (Heart pacemaker) .

#### تخطيط القلب الكهربائي (رسم القلب) (Electrocardiography)

عند وضع مجسات (Electrodes) في مواقع محددة على الصدر يمكننا التقاط الموجات الكهربائية الصادرة من القلب ، ومن ثم رسمها كهربائياً فنحصل على تخطيط القلب الكهربائي (أو رسم القلب) كما هو موضح في الشكل رقم (٣-٦) . وتمثل الحركة بي (p) زوال استقطاب الأذينين (Depolarization) وتمثل الحركة كيو آر اس (QRS) زوال



شكل رقم (٣-٦): تخطيط القلب (رسم القلب)، ويوضح الحركات التالية : حركة بي، مجموعة كيو آر اس، وحركة تي.

استقطاب البطينين . أما الحركة تي (T) فتمثل حالة عودة الاستقطاب للبطينين (Repolarization) . وأما حالة عودة الاستقطاب للأذنين فقد حدث أثناء زوال استقطاب البطينين ، ولذلك فلم تظهر في الرسم لأن زوال استقطاب البطينين أقوى منها . ويمكن معرفة ضربات القلب بسهولة ودقة من خلال قراءة تخطيط القلب الكهربائي بواسطة تحليل المسافة بين مجموعة من حركات آر .

### الفرض من التجربة

- ١ - لمعرفة معدل ضربات القلب في الراحة .
- ٢ - لمعرفة معدل ضربات القلب أثناء الجهد البدني .
- ٣ - لمعرفة سرعة استرداد ضربات القلب لحالتها الطبيعية بعد الجهد البدني .

### الأدوات المستخدمة

- دراجة الجهد .
- صندوق الخطوة .
- ساعة توقيت
- مقياس .
- جهاز لقياس ضربات القلب (عند عدم توافر الجهاز يمكن تقدير ضربات القلب من خلال تحسس النبض عن طريق الشريان السباتي وحساب الزمن اللازم لأخذ (أو عد) ٢٠ نبضة ثم الرجوع إلى الجدول رقم (٣ - ١) لمعرفة ضربات القلب في الدقيقة .

### الإجراءات

- سيتم استخدام مجموعتين ، تعمل واحدة على دراجة الجهد والأخرى على صندوق الخطوة ، ثم يتم تبادل الأدوار بعد ذلك .

#### صندوق الخطوة

- ١ - حدد ضربات القلب أثناء الراحة (جلوس) .
- ٢ - اضبط المقياس على ١٢٠ دقة في الدقيقة .

- ٣- ابدأ الصعود والتزلزل من صندوق الخطوة بمعدل ٣٠ صعوداً في الدقيقة متمشياً مع المقياس كالتالي (صعود قدم ثم قدم أخرى ثم هبوط قدم على الأرض ثم قدم أخرى وهكذا) لمدة ٣ دقائق .
- ٤- يتم قياس معدل ضربات القلب في نهاية كل دقيقة (في ال ١٥ ثانية الأخيرة) - يؤدي ذلك إلى توقف المبحوص قليلاً حتى يتم أخذ القراءة ثم يستأنف الصعود والهبوط .
- ٥- في نهاية الدقائق الثلاث تقاس ضربات القلب ثم يجلس المبحوص لمدة ٥ دقائق (استرداد) يتم فيها قياس النبض في نهاية ال ١٥ ثانية من كل دقيقة من الدقائق الخمس .
- ٦- يتم تسجيل البيانات بعد ذلك في ورقة تسجيل البيانات في الجدول رقم (٣-٧) ورسم البيانات على ورقة الرسم البياني رقم (٧-٣) .

#### دراسة الجهد

- ١- حدد ضربات القلب أثناء الراحة بعد الجلوس على مقعد الدراجة لمدة دقيقة .
- ٢- اضبط المقياس على ١٠٠ دقة في الدقيقة .
- ٣- ضع المقاومة على ٢ كجم ثم ابدأ في تحريك العجل بمعدل ٥٠ دورة في الدقيقة لمدة ٥ دقائق.
- ٤- يتم قياس النبض في نهاية كل دقيقة من الدقائق الخمس .
- ٥- بعد نهاية الدقائق الخمس ابق على الدراجة لمدة ٥ دقائق أخرى وتأخذ ضربات القلب في نهاية ال ١٥ ثانية من كل دقيقة من هذه الدقائق الخمس .
- ٦- يتم تسجيل البيانات على ورقة تسجيل البيانات في الجدول رقم (٣-٣) وكذلك ترسم البيانات على ورقة الرسم البياني رقم (٣-٨) .

#### السير المتحرك : (Treadmill)

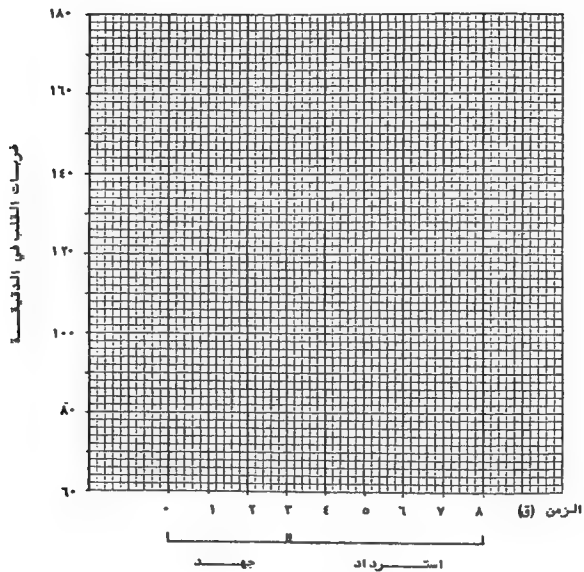
- ١- يبدأ المبحوص بالجري على السير المتحرك بسرعة ١٠ كم/ ساعة لمدة دقيقتين ويكون الميل صفراً متوتراً .
- ٢- يتم رفع الميل بمقدار ٢٪ في نهاية الدقيقة الثانية مع تثبيت السرعة ويستمر المبحوص بالسير لمدة دقيقتين أخريين .
- ٣- في نهاية الدقيقة الرابعة يتم رفع الميل بمقدار ٣٪ ليصبح الميل ٦٪ ويستمر المبحوص بالسير لمدة دقيقتين أخريين .
- ٤- في نهاية الدقيقة السادسة يتم رفع الميل بمقدار ٣٪ ليصبح الميل ٩٪ ويستمر المبحوص بالسير لمدة دقيقتين أخريين .

- ٥- يتم تسجيل ضربات القلب في آخر ١٥ ثانية في نهاية الدقيقة الثانية ، والرابعة ، والسادسة ، والثامنة وذلك بأن يتوقف المفحوص قليلاً ليتم أخذ ضربات القلب لديه ثم يستأنف السير وهكذا . (في حالة وجود جهاز لقياس ضربات القلب لا داعي للتوقف حيث يمكن قراءة ضربات القلب مباشرة من الجهاز) .
- ٦- بعد الدقيقة الثامنة يتوقف المفحوص عن السير ويجلس على كرسي ، ثم تؤخذ ضربات القلب لديه لمدة ٦ دقائق من فترة الاسترداد .
- ٧- تسجل البيانات على ورقة تسجيل البيانات في الجدول رقم (٣-٤) وترسم البيانات أيضاً على ورقة الرسم البياني رقم (٣-٩) .

#### المطلوب

- ١- حاول إيجاد العلاقة بين ضربات القلب والزمن أثناء الجهد البدني وكذلك بين ضربات القلب والزمن في فترة الاسترداد .
- ٢- على ماذا يدل الارتفاع الكبير في ضربات القلب نتيجة لأداء المجهود عند بعض الأفراد ؟
- ٣- على ماذا يدل سرعة أو بطء رجوع ضربات القلب مقارنة بحالتها قبل الجهد (في فترة الاسترداد) ؟
- ٤- هل هنالك فروق في استجابة ضربات القلب للجهد البدني بين صندوق الخطوة ، ودراجة الجهد والسير المتحرك ؟ لماذا ؟

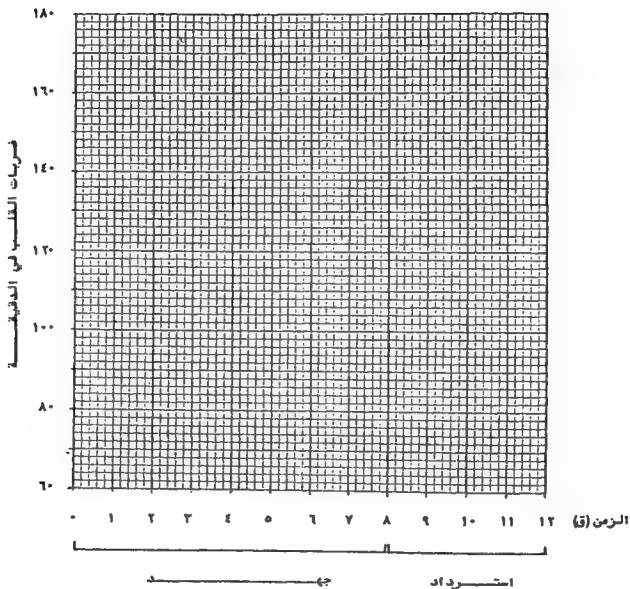




شكل رقم (٧-٣): ورقة الرسم البياني: استجابة ضربات القلب للجهد البدني باستخدام صندوق الخطوة.

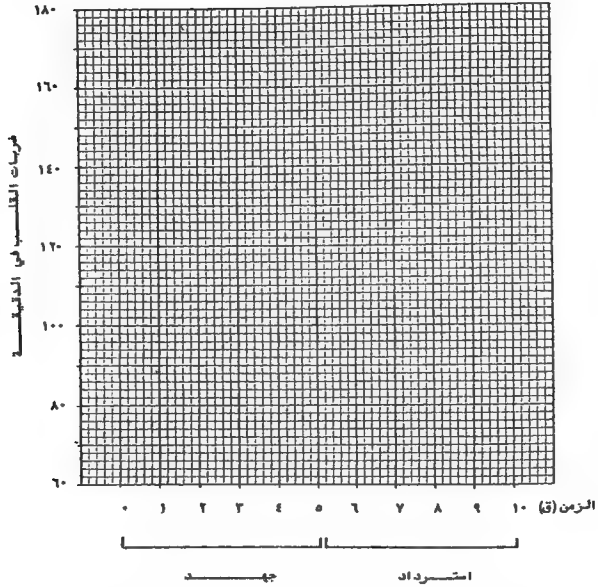






شكل رقم (٨-٣): ورقة الرسم البياني: استجابة ضربات القلب للجهد البدني باستخدام دراجة الجهد.





شكل رقم (٣-٩) ورقة الرسم البياني: استجابة ضربات القلب للجهد البدني باستخدام السير المتحرك.



## تجربة رقم (٤)

### اختبار الخطوة اهار شارد

- الأساس النظري
- الفرض من التجربة
- الأدوات المستخدمة
- الإجراءات



## الأساس النظري

يعد اختبار الخطوة هارفارد من أقدم اختبارات الجهد البدني وأكثرها شيوعاً إلى وقت قريب ، وينسب هذا الاختبار إلى جامعة هارفارد الأمريكية حيث تم تطويره هناك في مختبر قياس التعب المضطرب (Harvard Fatigue Lab) في عام ١٩٤٣ م . وهو اختبار شاق نسبياً حيث يتطلب إجراءه الصعود والنزول من على صندوق الخطوة لمدة ٥ دقائق بمعدل عال . ويتم تحديد الكفاءة البدنية من خلال مؤشر أو معامل (Index) يأخذ في الاعتبار مدة الجهد البدني وضربات القلب في فترة الاسترداد على النحو التالي :

$$\text{مؤشر الكفاءة البدنية} = \frac{\text{مدة الجهد البدني بالثواني} \times 100}{2 \times \text{مجموع معدل ضربات القلب في الدقائق الثلاث الأولى من الاسترداد}}$$

والجدير بالذكر أن مدى دقة اختبار هارفارد مقارنة مع القياس المباشر للاستهلاك الأقصى للأكسجين قد تراوح من ٣٥ ، إلى ٧٧ ، وأما ثبات الاختبار فيصل من ٦٥ ، إلى ٩٥ ، .

## الغرض من التجربة

قياس كفاءة الفرد البدنية وبالتالي معرفة قدرة الجهاز الدوري التنفسي لديه .

## الأدوات المستخدمة

- صندوق خطوة ذو ارتفاع ٢٠ بوصة (حوالي ٥١ سم) .
- مقياس Metronome
- ساعة توقيت .
- جهاز قياس ضربات القلب (في حالة عدم توافره يمكن قياس النبض بواسطة التحسس) .

## الإجراءات

- ١- يتم ضبط المقياس على ١٢٠ دقة في الدقيقة (أي ٣٠ صعوداً كاملاً في كل دقيقة) .
- ٢- يبدأ المفحوص بالصعود والتزول من على الصندوق متمشياً مع معدل الخطوة لمدة ٥ دقائق متواصلة (يمكن للمفحوص إذا تعب أن يتوقف قبل بلوغ الدقائق الخمس) .
- ٣- في نهاية الدقيقة الخامسة (أو بعد توقفه مباشرة إذا لم يكمل خمس دقائق) يتم قياس ضربات القلب ولمدة ٣٠ ثانية على ثلاث مراحل من فترة الاسترداد كالتالي :
- أ ( معدل ضربات القلب بعد الدقيقة الأولى وحتى دقيقة وثلاثين ثانية .
- ب ( معدل ضربات القلب بعد الدقيقة الثانية وحتى دقيقتين وثلاثين ثانية .
- جـ ( معدل ضربات القلب بعد الدقيقة الثالثة وحتى ثلاث دقائق وثلاثين ثانية .
- ٤ - يتم تسجيل ضربات القلب في فترة الاسترداد في ورقة تسجيل البيانات في الجدول رقم (٤ - ١) .
- ٥ - يتم بعد ذلك حساب مؤشر الكفاءة البدنية على النحو التالي :

$$\text{مؤشر الكفاءة البدنية} = \frac{\text{مدة الجهد البدني بالثواني} \times 100}{\text{مجموع معدل ضربات القلب في الدقائق الثلاث الأولى من الاسترداد} \times 2}$$

- ٦- يمكن النظر إلى بعض المعايير التي تم تطويرها من قبل ماثيوز (Mathews) في جامعة أوهايو الحكومية (Ohio State Univ.) كالتالي :

ممتاز	فوق ٩٠
جيد	٨٠ - ٨٩
متوسط	٦٥ - ٧٩
دون المتوسط	٥٥ - ٦٤
ضعيف	أقل من ٥٥



جدول رقم (١-٤) ورقة تسجيل البيانات: اختبار الخطوة خارج الفرد.

ضربات القلب في الدقيقة			الاسم
٣:٣٠-٣	٢:٣٠-٢	١:٣٠-١	



## اختبارات القدرة الهوائية (الاستهلاك الأقصى للأكسجين $\dot{V}O_2 \max$ )

- مقدمة
- ماذا يعني الاستهلاك الأقصى للأكسجين
- أهمية الاستهلاك الأقصى للأكسجين
- الحدود الاعتيادية للاستهلاك الأقصى للأكسجين
- التدريب البدني والاستهلاك الأقصى للأكسجين
- العوامل المؤثرة على القدرة الهوائية القصوى
- كيفية قياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين

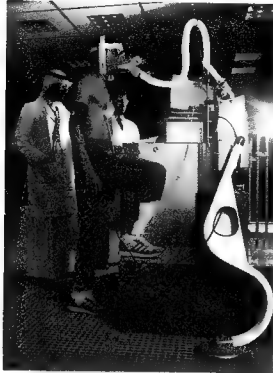


## مقدمة

يعد تعبير الاستهلاك الأقصى للأكسجين (Maximal oxygen uptake) أو القدرة الهوائية القصوى (Maximal aerobic power) من أكثر التعابير شيوعاً واستخداماً في حقل وظائف أعضاء الجهد البدني ، بل إن قياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين ومعرفته أصبحا من الإجراءات الاعتيادية (الروتينية) ضمن اختبارات التقييم الفسيولوجي للرياضيين وللعمامة على السواء . ولقد أدى التطور التقني في وسائل الاختبارات الفسيولوجية إلى اختصار حجم الوقت والجهد المبذولين في عملية قياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين ، فمن استخدام كيس دوغلاس Douglas bag (انظر الشكل رقم ١-٥) في الأربعينات وحتى الستينات الميلادية ، إلى استخدام أحدث الأجهزة ذات التحكم الآلي في وقتنا الحاضر (انظر الشكل رقم ٢-٥) ، مما ساعد في حفيقة



شكل رقم (١-٥): كيس دوغلاس (Douglas bag) على ظهر أحد التزلجين حيث يتم تجميع هواء الزفير في الكيس من خلال أنبوب موصل في القدم . (C. Gilmore, *Exercise for Fitness*, 1981, p. 37).



شكل رقم (٢.٥): قياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين آلياً بواسطة أجهزة حديثة (الصورة من مختبر وظائف أعضاء الجهد البدني - قسم التربية البدنية - جامعة الملك سعود).

الأمر على جمل الاستهلاك الأقصى للأكسجين إجراءً ضرورياً وروتينياً في جميع البحوث والدراسات المرتبطة بالأداء البدني .

### ماذا يعني الاستهلاك الأقصى للأكسجين

يمثل استهلاك الأكسجين والذي يرمز له بالرمز ( $\dot{V}O_2$ ) حجم الأكسجين الذي تستخلصه أنسجة الجسم من هواء الشهيق عند حرارة وضغط معياريين (STPD) وعند قياس استهلاك الأكسجين للفرد أثناء أقصى جهد بدني يمكنه القيام به فإننا نحصل على استهلاكه الأقصى للأكسجين ( $\dot{V}O_{2\max}$ ) أو ما يسمى في بعض الأحيان بالقدرة الهوائية القصوى (Maximal Aerobic Power) والهوائية ترتبط هنا باستخدام الأكسجين .

ويعتبر الاستهلاك الأقصى للأكسجين أحسن مؤشر فسيولوجي للإمكانية الوظيفية لدى الفرد ودليلاً جيداً على مقدار لياقته البدنية . ويمثل الاستهلاك الأقصى للأكسجين في الواقع أقصى قدرة للجسم على أخذ ونقل الأكسجين ومن ثم استخلاصه في الخلايا العاملة (العضلات) . وهو يساوي إجرائياً حاصل ضرب أقصى إنتاج

للقلب (وهو كمية الدم التي يضخها القلب في الدقيقة) في أقصى فرق شرياني وريدي للأكسجين . ولتوضيح ذلك نشير إلى أن القلب يضخ في كل دقيقة كمية من الدم عبر الشرايين إلى أنسجة الجسم (تسمى نتاج القلب)، ويمرور هذه الكمية من الدم المحمل بالأكسجين عبر الأنسجة فإنها تقوم باستخلاص كمية من الأكسجين من هذا الدم الشرياني والذي يغادر الأنسجة (العضلات هنا) متوجها إلى القلب مرة أخرى عبر الأوردة ، والنتيجة أن هناك فرقا في كمية الأكسجين بين الدم الشرياني والدم الوريدي ، هذا الفرق نسميه بالفرق الشرياني الوريدي للأكسجين وهو يمثل كمية الأكسجين التي استخلصتها العضلات ، وعليه فإن :

الاستهلاك الأقصى للأكسجين = أقصى نتاج قلب × أقصى فرق شرياني وريدي للأكسجين .

### أهمية الاستهلاك الأقصى للأكسجين

عما لا شك فيه أن أهمية الاستهلاك الأقصى للأكسجين كمعامل محدد للنضحي الرياضي تعتمد إلى حد كبير على نوعية المسابقة التي يشارك فيها ذلك الفرد ، ففي السباقات القصيرة مثل العدو السريع (١٠٠ ، ٢٠٠ م) أو سباحة ٥٠ مترًا تقل أهمية الاستهلاك الأقصى للأكسجين كمعامل محدد للنضحي (أي قدر عال من الاستهلاك الأقصى للأكسجين لا يرتبط بالضرورة بأداء عال في تلك المسابقة) . على أن هناك من جهة أخرى ارتباطاً وثيقاً بين امتلاك الفرد لكمية عالية من الاستهلاك الأقصى للأكسجين والأداء البدني في سباقات تتطلب عنصر التحمل (كالمسافات الطويلة والماراثون وما إلى ذلك) . ويوضح الجدول رقم (٥-١) مدى أهمية الاستهلاك الأقصى للأكسجين للعديد من الرياضات الشائعة .

جدول رقم (٥-١) : مدى أهمية الاستهلاك الأقصى للأكسجين للعديد من الرياضات الشائعة .

(عن : MacDougall et al 1991)

ذو أهمية قليلة	ذو أهمية	ذو أهمية كبيرة جدا
القفز والرمي تنس الطاولة الرماية الغطس رياضات مشابهة	معظم الألعاب الجماعية ألعاب المضرب	ألعاب القوى (٤٠٠م - ماراثون) سباحة ١٠٠م - سباحة طويلة تزلج الضاحية التجديف الدراجات الرياضات التي تتطلب جهدا بلديا مستمرا لأكثر من دقيقة

وعند تحديد القدرة الهوائية القصوى للفرد عن طريق قياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين بشكل دوري فإن ذلك قطعاً سيساعد في الأغراض التالية :

- ١- معرفة مدى ملائمة الإمكانية الهوائية لدى الرياضي للدور الذي يقوم به في رياضة ما .
- ٢- إلى أي مدى يجب التركيز على التدريب الهوائي لدى ذلك الرياضي ؟
- ٣- معرفة نوعية التدريب الهوائي الواجب تطبيقه .
- ٤- تأثير تدريب بدني معين على القدرة الهوائية القصوى لدى الفرد .
- ٥- مدى معدل التحسن الذي يحرزه اللاعب من جراء تدريب معين .
- ٦- ما هي الشدة المثلى التي يجب على اللاعب أن يتدرب عندها ؟
- ٧- تساعد المدرب واللاعب في معرفة ما إذا كان اللاعب يشكو من انخفاض في المستوى الأدائي .

### الحدود الاعتيادية للاستهلاك الأقصى للأكسجين

يتم تسجيل استهلاك الأكسجين والذي يرمز له بالرمز ( $\dot{V}O_2$ ) ، أو الاستهلاك الأقصى للأكسجين والذي يرمز له بالرمز ( $\dot{V}O_{2\max}$ ) يتم تسجيلها إما بالتر في الدقيقة وهذا ما يسمى بالاستهلاك المطلق ، أو بالمليتر لكل كجم من وزن الجسم في الدقيقة (مل/ كجم . ق) وهذا يسمى بالاستهلاك النسبي (نسبة إلى وزن الجسم بالطبع) .

ويبلغ استهلاك الأكسجين في الراحة مقدار ٣,٥ مليتر لكل كجم من وزن الجسم في الدقيقة . وهذا يعني أن الشاب السليم الذي يزن ٧٠ كجم يصل استهلاكه في الراحة حوالي ٢٥٠ مليتر في الدقيقة أو ربع لتر من الأكسجين في الدقيقة . على أن هذا الرقم يرتفع بأكثر من عشرة أضعاف في الجهد البدني الأقصى ليصل في المتوسط لدى الشاب السليم غير المتدرب إلى حوالي ٤٥ مل/ كجم . ق ، وقد يرتفع هذا الرقم لدى الرياضي ذي اللياقة البدنية العالية ليصل إلى ٨٠ أو ٨٥ مل/ كجم . ق . أما الاستهلاك الأقصى المطلق فقد يصل إلى حوالي ٦ لترات في الدقيقة لدى بعض الرياضيين ذوي اللياقة البدنية العالية والأجسام العضلية ، ومن نافذة القول أن الرقم القياسي للاستهلاك الأقصى للأكسجين قد سجل من قبل أحد الرياضيين الإسكتلنديين في تزلج الضاحية بلغ ٤,٧ لتر/ ق ، حسب ما أوردته العالم السويدي أستراند في أحد تقاريره العلمية .

ولكن ما الفرق بين تسجيل الاستهلاك الأقصى للأكسجين بالتر في الدقيقة أو المليتر لكل كجم من وزن الجسم في الدقيقة ؟ في الحقيقة يعتبر الاستهلاك الأقصى للأكسجين بالمليتر / كجم . ق أكثر دقة في التعبير عن إمكانية الفرد الهوائية وخاصة في الرياضات التي تتطلب من الفرد حمل جسمه كما في الجري أو التزلج . أما الاستهلاك الأقصى للأكسجين بالتر في الدقيقة فهو مؤشر غير مباشر لحجم نتاج القلب (أو حجم كمية الدم التي يضخها القلب في الدقيقة) ودليل جيد على قدرة الفرد على الأداء البدني عندما تكون القدرة القصوى هي المطلوبة كما في الرياضات التي لا تتطلب حمل الجسم مثل الدراجات والتجديف وإلى درجة أقل السباحة ،



والجدير بالإشارة أن الرجال يمتلكون بصفة عامة استهلاكاً أقصى للأكسجين أعلى من النساء ، وقد يكون سبب ذلك أن الرجال يمتلكون نسبة أعلى من العضلات مقارنة بالنساء .

### التدريب البدني والاستهلاك الأقصى للأكسجين

يؤدي التدريب البدني الهوائي (التحمل) إلى ارتفاع الاستهلاك الأقصى للأكسجين لدى الأفراد مقارنة بما قبل التدريب . ويقصد بالتدريب الهوائي ذلك التدريب البدني ذا الوتيرة المستمرة والذي غالباً ما يتطلب انقباضاً عضلياً مستمراً لأكثر من عدة دقائق كما في الهرولة والجري المستمر أو السباحة أو الدراجات أو التزلج أو التجديف أو ما شابه ذلك . وعلى عكس التدريب الهوائي لا يؤدي التدريب اللاهوائي كما في تدريبات السرعة أو القوة العضلية إلى أي تحسن ملحوظ في الاستهلاك الأقصى للأكسجين . وتعتمد الزيادة في الاستهلاك الأقصى للأكسجين من جراء التدريب البدني التحملي أو الهوائي على عدة عوامل منها شدة التدريب وتكراره والحالة الليفية للفرد قبل التدريب وإلى من المتدرب أيضاً . وتشير معظم الدراسات العلمية إلى أن الزيادة في الاستهلاك الأقصى للأكسجين تتراوح من ١٠ - ٢٠٪ نتيجة لبرنامج تدريبي تتراوح مدته من ٣ - ٦ أشهر ، على الرغم من أن بعض الدراسات قد سجلت زيادة كبيرة في الاستهلاك الأقصى للأكسجين من جراء تدريب بدني وصلت إلى حوالي ٤٠٪ مقارنة بما قبل التدريب .

وكما أن التدريب البدني الهوائي يؤدي إلى زيادة الاستهلاك الأقصى للأكسجين فإن الركون للراحة يؤدي إلى انخفاض قدرة الفرد الهوائية ، أو استهلاكه الأقصى للأكسجين ، ولعل الدراسة الشهيرة التي أجريت في نهاية الستينات الميلادية من قبل العالم الفسيولوجي سالتن (Saltin) ومجموعة من مشركيه توضح لنا مقدار التأثير السلبي للاستلقاء على السرير لمدة معلومة من الوقت على الاستهلاك الأقصى للأكسجين وكذلك ما للتدريب البدني من أثر إيجابي في رفع ذلك الاستهلاك ، حيث تم إخضاع مجموعة من الأفراد إلى الراحة التامة على السرير لمدة ٢٦ يوماً ثم أخضعوا إلى تدريب بدني هوائي لمدة شهرين وتم قياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين قبل وبعد الراحة ثم أثناء وبعد التدريب البدني ، ولقد تجاوز التحسن في الاستهلاك الأقصى للأكسجين من جراء التدريب البدني مقدار ٣٠٪ بعد أن انخفض كثيراً بسبب الاستلقاء على السرير .

### العوامل المؤثرة على القدرة الهوائية القصوى

يتأثر مقدار الاستهلاك الأقصى للأكسجين أو القدرة الهوائية القصوى للفرد بعدة عوامل أهمها ما يلي :

#### ١ - نوعية الاختبار المستخدم

حيث من المتعارف عليه أن الاختبار الذي يتم فيه استخدام مجموعة من العضلات الكبيرة أثناء الجهد البدني يعطي مقدراً أعلى للاستهلاك الأقصى للأكسجين مقارنة بالاختبار الذي تستخدم فيه مجموعة من

المعضلات الأقل حجماً ، حيث يؤدي استخدام السير المتحرك إلى الحصول في الغالب على مستوى أعلى للاستهلاك الأقصى للأكسجين مقارنة باستخدام الدراجة الثابتة مثلاً .

## ٢ - الوراثة

ما زال السؤال حول تأثير الوراثة على الأداء البدني يثير فضول الكثير من العلماء والمهتمين بفسولوجيا الجهد البدني . وعلى الرغم من أن الإجابة على هذا السؤال هي خارج نطاق هذا الكتاب إلا أن لكل من الوراثة والتدريب البدني دوراً في تحديد الاستهلاك الأقصى للأكسجين لدى الفرد حيث تشير الدراسات التي أجريت على التوائم المتطابقين أن الوراثة تلعب دوراً مهماً في تحديد نسبة الاستهلاك الأقصى للأكسجين التي يستطيع الفرد تحقيقها .

## ٣ - الحالة التدريبية

من المعروف جداً أن التدريب البدني يؤدي إلى تحسين مستوى الاستهلاك الأقصى للأكسجين على الرغم من تفاوت نسبة التحسن بين فرد وآخر ، على أنه يجب الإشارة إلى أنه كلما كان الفرد في حالة لياقة عالية كان التحسن في مقدار الاستهلاك الأقصى للأكسجين من جراء تدريب بدني أكثر ضالة .

## ٤ - الجنس

تشير الملاحظات الاعتيادية للأفراد بأن الرجال يمثلون في المتوسط استهلاكاً أقصى للأكسجين يفوق ما تمتلكه النساء ، حيث يتراوح هذا الفرق من ١٥ - ٢٠٪ عند احتسابه بالمليتر لكل كجم من وزن الجسم في الدقيقة . ويعتقد أن سبب ذلك يعود إلى أن النساء يمتلكن نسبة أعلى من الشحوم مقارنة بالرجال ، كما يعتقد أن مرد ذلك أيضاً إلى انخفاض مستوى الهيموجلوبين لدى النساء مقارنة بالرجال حيث يقل لديهن بنسبة من ١٠ - ١٤٪ عنه لدى الرجال مما يجعل السعة الأكسجينية أو قدرة الدم على حمل الأكسجين لدى الرجال أكبر منها لدى النساء .

## ٥ - التركيب الجسمي للفرد

عند حساب الاستهلاك الأقصى للأكسجين المطلق (لتر/ق) فإن الأفراد الذين يمتلكون أجساماً ضخمة وعضلات كثيرة سيحققون في الغالب مستوىً عالياً من الإستهلاك الأقصى للأكسجين . ولهذا نرى في الرياضات التي تتطلب أن يحمل الفرد جسمه كما في الجري مثلاً أن العبدة ليست بالاستهلاك المطلق وحده ولكن يستحسن حساب الإستهلاك الأقصى للأكسجين نسبة إلى كل كجم من وزن الجسم لأن ذلك يعتبر مؤشراً أفضل لمعرفة القدرة الهوائية القصوى للفرد .

## ٦ - العمر

تصل أعلى نسبة للاستهلاك الأقصى للأكسجين لدى الفرد بين ١٨ - ٢٥ سنة ، على أن هذه النسبة تبدأ

بالتناقص التدريجي مع التقدم في السن حيث نجد أن الاستهلاك الأقصى للأكسجين للفرد عند سن ٦٠ يقل عن مستواه عند سن العشرين بنسبة تصل إلى حوالي ٣٠٪ . والجدير بالملاحظة أن التدريب البدني المنتظم يقلل من هذا التناقص التدريجي الذي يحدث مع التقدم في العمر . ويعتقد أن مرد الانخفاض في الاستهلاك الأقصى للأكسجين مع التقدم في العمر يعود جزئياً إلى الانخفاض في ضربات القلب القصوى والانخفاض في حاصل القلب الأقصى مع التقدم في العمر .

### ملاحظة

على الرغم من معرفتنا بأن الرياضيين المتميزين في رياضات التحمل سيمتلكون بلا شك استهلاكاً أقصى للأكسجين يزيد على ما لدى غير المتدربين أو ما لدى الرياضيين في الرياضات غير التحملية ، على الرغم من ذلك فإنه يجب أن نشير إلى أن قياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين لدى مجموعة من الرياضيين المتميزين في رياضات التحمل لن يعطينا القدرة التامة على التنبؤ بمن سيتفوق في سباق تحملي وليكن مثلاً سباق ماراتون أو ١٠,٠٠٠ متر . ولتوضيح ذلك بمثال ، نفترض أن لدينا ثلاثة متسابقين ماراتون أ ، ب ، جـ يمتلكون استهلاكاً أقصى للأكسجين يساوي ٧٢ ، ٧٤ ، ٧٧ مل / كجم . ق على التوالي . فبالرغم من أن تلك الأرقام تعد عالية نسبياً إلا أننا لا نستطيع التنبؤ بالتأكد بمن سيفوز في السباق حيث أن هناك عاملاً آخر يدخل في الحساب وهو قدرة الفرد أو اللاعب على استخدام قدر كبير من استهلاكه الأقصى للأكسجين بدون اللجوء بشكل متصاعد للطاقة اللاهوائية وبالتالي تزايد حمض اللبتيك . أي بمعنى آخر ما يسمى بمستوى العتبة اللاهوائية للفرد ، فاللاعب الذي يمتلك عتبة لاهوائية عالية سيتمكن من أداء السباق بمستوى عال بدون الدخول في العمليات اللاهوائية .

### كيفية قياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين (VO<sub>2</sub> max)

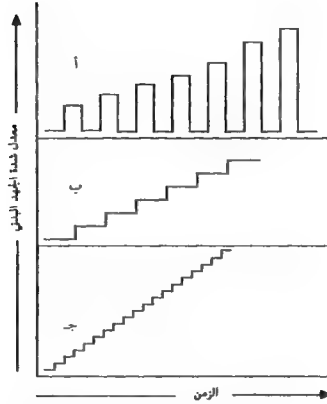
يتم تحديد الاستهلاك الأقصى للأكسجين بإحدى الطريقتين التاليتين :

١ - طريقة مباشرة يتم فيها قياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين أثناء تعريض المفحوص للجهد بدني متدرج حتى التعب وتقاس نسب الغازات في هواء الزفير . ويوضح الشكل رقم (٥-٣) أكثر الأنظمة شيوعاً لاختبار الجهد البدني التدرجي بغرض قياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين .

٢ - طريقة غير مباشرة يتم فيها تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين باستخدام اختبارات غير مباشرة وغالباً ما تكون دون الجهد الأقصى .

### الطريقة المباشرة لقياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين

ويتم قياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين بطريقة مباشرة ومعملية من خلال قياس التبادل الغازي (Gas Exchange) ويتطلب ذلك مختبراً مجهزاً بالأجهزة اللازمة لقياس نسبة الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون وكذلك

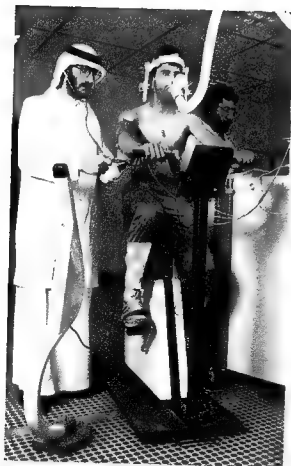


شكل رقم (٣-٥): يوضح أكثر الأنظمة (بروتوكول) شيوعاً لاختبار الجهد البدني التدرجي عند قياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين.

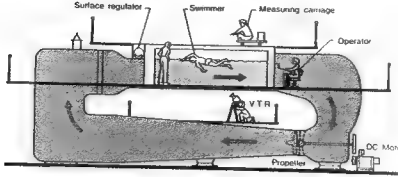
مقدار التهوية الرئوية . وتتلخص الطريقة بأن يعرض المحصوص إلى بذل أقصى جهد بدني يمكن باستخدام السير المتحرك أو الدراجة الثابتة . ويتم خلال ذلك قياس أقصى استهلاك للأكسجين لديه عن طريق معرفة نسبة الأكسجين وثاني أكسيد الكربون في هواء الزفير وكذلك معرفة حجم هواء الزفير في الدقيقة ومن ذلك يمكن معرفة الاستهلاك الأقصى للأكسجين بالتر في الدقيقة . ولتفصيل أكثر بشأن المعادلات المستخدمة يمكن الرجوع إلى ملحق رقم (٤) .

ويعتبر قياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين باستخدام السير المتحرك أفضل الطرق للعامة والرياضيين الذين يستخدمون الجري في رياضتهم كما يوضحه الشكل رقم (٤-٥) . أما متسايقو الدراجات فيتم الحصول على أقصى استهلاك للأكسجين لديهم عند اختيارهم على الدراجة الثابتة كما يوضحه الشكل رقم (٥-٥) ، وهكذا الحال بالنسبة للسباحين عند اختيارهم في وضع يحاكي السباحة (انظر الشكل رقم (٥-٦) ، ولرياضي التجديف باستخدام جهاز يحاكي التجديف .

شكل رقم (٥ - ٤): قياس الاستهلاك الأقصى  
للأكسجين باستخدام السير  
المتحرك بالنسبة للرياضيين الذين  
يستخدمون الجري في رياضاتهم  
(الصورة من مختبر وظائف أعضاء  
الجهد البدني - قسم التربية البدنية  
- جامعة الملك سعود).



شكل رقم (٥ - ٥): أفضل قياس للاستهلاك الأقصى  
للأكسجين لدى متسابقين  
الدراجات باستخدام الدراجة  
الثابتة (الصورة من مختبر وظائف  
أعضاء الجهد البدني - قسم التربية  
البدنية - جامعة الملك سعود).



شكل رقم (٦-٥): قياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين لدى السباحين باستخدام جهاز يحاكي وضع السباحة يسمى (Swimming flume)، ويتم فيه إحداث تيار مائي يقوم السباح بمقاومته (المصورة مأخوذة من كتاب لوج جامعة تسوكوبا باليابان).

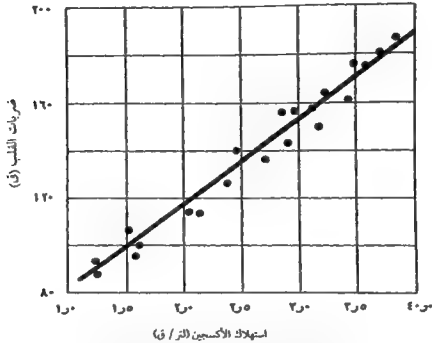
وللتأكد من أن المقحوص قد حقق المستوى الحقيقي لاستهلاك الأقصى للأكسجين يتفق الكثير من المختصين على وجوب تحقيق الشروط التالية قبل الحكم على أن المقحوص قد وصل إلى استهلاكه الأقصى للأكسجين أثناء الإختبار التدريجي للجهد :

- ١ - أن المقحوص قد وصل إلى ضربات القلب القصوى المتوقعة لديه .
- ٢ - أن مستوى استهلاك الأكسجين أخذ في الاستقرار أو الزيادة البسيطة جداً على الرغم من زيادة الجهد البدني .
- ٣ - أن يكون معامل التبادل التنفسي (Respiratory quotient) قد تجاوز ١,١ .
- ٤ - يشترط البعض وصول حمض اللبنيك إلى مستوى أعلى من ٨ مل مول .

الطرق غير المباشرة لتحديد الاستهلاك الأقصى للأكسجين

فضلاً عن أن الطرق المعملية تتطلب مختبراً مجهزاً بالأدوات اللازمة لقياس استهلاك الأكسجين فهي غير عملية عند اختبار عدد كبير من المقحوصين وعلى نطاق واسع لما يتطلبه ذلك من جهد ودقة وتكلفة أيضاً ، ولهذا يكثر استخدام الطرق غير المباشرة أو الميدانية والتي يتم خلالها تقدير وليس قياس الاستهلاك الأقصى

للأكسجين. ومعظم الاختبارات غير المباشرة لتقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين مبنية على افتراض أن هناك علاقة خطية بين ضربات القلب واستهلاك الأكسجين أثناء الجهد البدني المتدرج (شكل رقم ٧-٥)، على الرغم من أن هذه العلاقة ليست دائماً بالشكل الخطي المقترض وخاصة عند أداء جهد بدني في الجو الحار حيث من الممكن زيادة النبض بدون زيادة ملحوظة في استهلاك الأكسجين.



شكل رقم (٧-٥): العلاقة بين استهلاك الأكسجين وضربات القلب أثناء الجهد البدني المتدرج.  
المصدر: (Mellorowicz & Svedolaka, 1981, p. 69).

ومن أشهر الاختبارات غير المباشرة لتقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين اختبار العالمين الإسكتلنديين أستراند وريميت (Astrand & Ryhming)، ويعتبر الاختبار المستخدم سهل التطبيق وهو يعتمد أساساً من الناحية النظرية على العلاقة الوثيقة بين ضربات القلب واستهلاك الأكسجين حيث يتم تعريض المفحوص إلى جهد بدني محدد باستخدام دراجة الجهد لمدة ٦ دقائق ثم يتم قياس ضربات القلب عند استئراقها في نهاية الدقيقة السادسة ومن ثم النظر في جداول معدة مسبقاً من قبل العالمين الإسكتلنديين أستراند وريميت لتقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين. على أنه يجدر الإشارة إلى أن هناك احتمالاً لحدوث خطأ في عملية التقدير تصل إلى ١٠٪ (أي أن الفرق بين التقرير والقياس الحقيقي فيها لو تم قد يصل إلى ١٠٪)، وسيتم إعطاء تفاصيل أكثر لخطوات التجربة في نهاية هذا الجزء. وهناك أيضاً معادلة فوكس لتقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين من خلال ضربات القلب دون القصوى، وسيتم شرح خطوات التجربة أيضاً في نهاية هذا الجزء.

ومن الاختبارات الشائعة وغير المباشرة والتي يتم من خلالها أيضا تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين اختبار كوبر (Cooper test) وهو اختبار ميداني يتم فيه حساب المسافة التي يستطيع الفرد قطعها خلال ١٢ دقيقة من الجري المتواصل ثم النظر إلى معايير خاصة يمكن من خلالها تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين بناء على المسافة المقطوعة (انظر جدول رقم ١٢-٥). ويصلح هذا الاختبار في الواقع للأفراد الذين لديهم حماس واستعداد لينال الجهد كالرياضيين بصفة عامة، حيث إن معايير هذا الاختبار مستمدة من تجارب عديدة على مجموعة كبيرة من الجنود الأمريكيين تمت خلالها مقارنة أدائهم في ١٢ دقيقة من الجري (اختبار ميداني) بالمستوى الحقيقي للاستهلاك الأقصى للأكسجين الذي تم عمله في المختبر (اختبار مباشر). ويوضح الجدول رقم (٥-٢) بعض المعايير الممكن استخدامها لاختبار الجري لمدة ١٢ دقيقة كما أشار إليها الدكتور بيرك (Burke).

جدول رقم (٥-١): تصنيف الأفراد حسب أدايتهم لاختبار كوبر (الجري ١٢ دقيقة) (المصدر 1968, Cooper).

الجنس	العمر (سنة)	المسافة المقطوعة بالكيلومتر			
		متنخفض	مرضي	جيد	عالٍ
الرجال	١٧-٢٦	> ٢,١٧	٢,٤٨-٢,١٧	٢,٨٩-٢,٤٩	< ٢,٨٩
	٢٧-٣٩	> ٢,٠٩	٢,٣٢-٢,٠٩	٢,٥٦-٢,٣٢	< ٢,٥٦
	٤٠-٤٩	> ٢,٠١	٢,٢٣-٢,٠١	٢,٤٠-٢,٢٤	< ٢,٤٠
	٥٠ ≤	> ١,٧٩	٢,٠٠-١,٧٩	٢,٢٥-٢,٠١	< ٢,٢٥
النساء	١٧-٢٦	> ١,٨٥	١,٨٥-١,٠٠	٢,٠١-٢,٣٢	< ٢,٣٢
	٢٧-٣٩	> ١,٦٩	١,٩٢-١,٦٩	١,٩٣-٢,١٧	< ٢,١٧
	٤٠-٤٩	> ١,٦٠	١,٨٤-١,٦٠	١,٨٥-٢,٠١	< ٢,٠١
	٥٠ ≤	> ١,٥٢	١,٦٨-١,٥٢	١,٦٩-١,٨٥	< ١,٨٥

جدول رقم (٥-٢): بعض المستويات في اختبار الجري لمدة ١٢ دقيقة وما يقابلها من تقدير للاستهلاك الأقصى للأكسجين (المصدر: Burke, 1976)

	ضعيف	متوسط	جيد	ممتاز
جري ١٢ دقيقة (المسافة كم)	٢,٠	٢,٤	٢,٨	٣,٢
الاستهلاك الأقصى للأكسجين (مل/كجم. ق) تقريبا	٣٠	٣٥-٤٥	٤٥-٥٥	٥٥-٦٥



تجربة رقم (0)

**تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين من  
طريق ضربات القلب (اختبار أستراند)**

- مقدمة
- الغرض من التجربة
- الأدوات المستخدمة
- الإجراءات



## مقدمة

عندما لا تتمكن من قياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين بطريقة مباشرة نظراً لعدم توافر الأجهزة اللازمة لعمل القياس أو عند اختبار مجموعة كبيرة جداً من الأفراد (وخاصة ميدانياً)، فإننا نلجأ إلى الطرق غير المباشرة والتي منها هذه الطريقة، حيث نلجأ إلى تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين من خلال معرفة ضربات القلب عند جهد بدني دون الأقصى مستغلين العلاقة الوثيقة بين استهلاك الأكسجين وضربات القلب كما أشرنا إلى ذلك في الجزء السابق من الأساس النظري. ولقد قام العالم الإسكتلندي أستراوند (Astound) بدراسة مجموعة كبيرة من الأفراد وذلك بأن قام بقياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين وأوجد العلاقة بين الاستهلاك الأقصى للأكسجين واستجابة ضربات القلب لجهد بدني دون الأقصى باستخدام أعباء جهدية تتراوح من ٣٠٠ كجم . م/ق إلى ١٥٠٠ كجم . م/ق، كما هو موضح في الجدولين رقم (٥-٣) ورقم (٥-٤). وتتلخص فكرة التجربة بأن يتم تعريض المفحوص إلى جهد بدني محدد (وليكن ٣٠٠ كجم . م/ق أو ٦٠٠ كجم . م/ق) ثم معرفة استجابة ضربات القلب لديه في الدقيقة الخامسة والسادسة ثم أخذ متوسطها بحيث لا يتجاوز الفرق بينها ٥ ضربات، وبعد ذلك يتم النظر في أي من الجدولين (٥-٣)، (٥-٤) لتقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين.

## الفرض من التجربة

لتقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين (بطريقة غير مباشرة) بواسطة معدل ضربات القلب عند عبء جهدي دون الأقصى.

## الأدوات المستخدمة

- دراجة الجهد (من نوع مونارك أو مثيل ذلك).
- ميقاع Metronome
- جهاز قياس النبض (إذا لم يتوافر يمكن استخدام طريقة التحسس كما تم شرحها في تجربة رقم (٣).
- ساعة توقيت.

### الإجراءات

- ١ - يجلس المفحوص أولاً على الدراجة ويتم اختيار الارتفاع المناسب للمقعد .
- ٢ - يتم تحديد ضربات القلب في الراحة للمفحوص بجهاز قياس النبض أو عن طريق تحسّس الشريان السباتي مثلاً .
- ٣ - على المفحوص البدء بمعبء جهدي يساوي ٦٠٠ كجم . م/ق (١٠٠ شمعة) والاستمرار في الجهد لمدة ٦ دقائق ، وهذا يعني وضع المقاومة على ٢ كجم ، وتحريك العجل بمعدل ٥٠ دورة في الدقيقة . (بالنسبة للنساء يمكن البدء بمعبء جهدي يساوي ٣٠٠ كجم . م/ق) .
- ٤ - يتم تسجيل ضربات القلب في نهاية كل دقيقة من الدقائق الست (في حالة استخدام تحسّس النبض يتم حساب ضربات القلب في نهاية الـ ١٥ ثانية من كل دقيقة) .
- ٥ - يستخدم متوسط ضربات القلب في الدقيقة الخامسة والسادسة كمؤشر لمعدل ضربات القلب عند ذلك العبء .
- ٦ - يجب مراعاة ألا يزيد الفرق بين ضربات القلب في الدقيقة الخامسة والسادسة عن ٥ ضربات وإلا فعمل المفحوص عدم التوقف والاستمرار في أداء الجهد البدني لدقيقة سابعة ثم حساب متوسط الدقيقتين السادسة والسابعة كمؤشر لمعدل ضربات القلب عند ذلك العبء .
- ٧ - تسجل البيانات أولاً على ورقة تسجيل البيانات في الجدول رقم (٥ - ٣) .
- ٨ - بعد معرفة متوسط ضربات القلب عند العبء الجهدي المحدد يتم النظر في أي من الجدولين رقم (٥ - ٤) أو (٥ - ٥) لتحديد الاستهلاك الأقصى للأكسجين تحت العبء الجهدي الذي عمل عليه المفحوص .
- ٩ - يمكن بعد ذلك قسمة الاستهلاك الأقصى للأكسجين (وهو الاستهلاك المطلق أو الكلي لتر/ق) على وزن المفحوص ثم ضربه في ١٠٠٠ للحصول على الاستهلاك الأقصى بالمليتر لكل كجم في الدقيقة (مل/كجم . ق) أو ما يسمى بالاستهلاك النسبي أي نسبة إلى الوزن وذلك على النحو التالي :

$$\text{الاستهلاك الأقصى للأكسجين باللتر} \times 1000 = \frac{\text{وزن المفحوص (كجم)}}{\text{مل/كجم . ق}}$$



جدول رقم (٤-٥): تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين من جراء معرفة استجابة ضربات القلب لمعبد جهدي على الدراجة (للرجال).

استهلاك الأكسجين (لتر / ق)					ضربات القلب (ق)	استهلاك الأكسجين (لتر / ق)					ضربات القلب (ق)
١٥٠٠	١٢٠٠	٩٠٠	٦٠٠	٣٠٠		١٥٠٠	١٢٠٠	٩٠٠	٦٠٠	٣٠٠	
كجم/ق	كجم/ق	كجم/ق	كجم/ق	كجم/ق		كجم/ق	كجم/ق	كجم/ق	كجم/ق	كجم/ق	
٥,٤	٤,٣	٣,٢	٢,٤	-	١٤٨	-	-	٤,٨	٣,٥	٢,٢	١٢٠
٥,٤	٤,٣	٣,٢	٢,٣	-	١٤٩	-	-	٤,٧	٣,٤	٢,٢	١٢١
٥,٣	٤,٢	٣,٢	٢,٣	-	١٥٠	-	-	٤,٧	٣,٤	٢,٢	١٢٢
٥,٢	٤,٢	٣,١	٢,٣	-	١٥١	-	-	٤,٦	٣,٤	٢,١	١٢٣
٥,٢	٤,١	٣,١	٢,٣	-	١٥٢	٦,٠	٤,٥	٣,٣	٢,١	١٢٤	١٢٤
٥,١	٤,١	٣,٠	٢,٢	-	١٥٣	٥,٩	٤,٤	٣,٢	٢,٠	١٢٥	١٢٥
٥,١	٤,٠	٣,٠	٢,٢	-	١٥٤	٥,٨	٤,٤	٣,٢	٢,٠	١٢٦	١٢٦
٥,٠	٤,٠	٣,٠	٢,٢	-	١٥٥	٥,٧	٤,٣	٣,١	٢,٠	١٢٧	١٢٧
٥,٠	٤,٠	٢,٩	٢,٢	-	١٥٦	٥,٦	٤,٢	٣,١	٢,٠	١٢٨	١٢٨
٤,٩	٣,٩	٢,٩	٢,١	-	١٥٧	٥,٦	٤,٢	٣,٠	١,٩	١٢٩	١٢٩
٤,٩	٣,٩	٢,٩	٢,١	-	١٥٨	٥,٥	٤,١	٣,٠	١,٩	١٣٠	١٣٠
٤,٨	٣,٨	٢,٨	٢,١	-	١٥٩	٥,٤	٤,٠	٢,٩	١,٩	١٣١	١٣١
٤,٨	٣,٨	٢,٨	٢,١	-	١٦٠	٥,٣	٤,٠	٢,٩	١,٨	١٣٢	١٣٢
٤,٧	٣,٧	٢,٨	٢,٠	-	١٦١	٥,٣	٣,٩	٢,٨	١,٨	١٣٣	١٣٣
٤,٦	٣,٧	٢,٨	٢,٠	-	١٦٢	٥,٢	٣,٩	٢,٨	١,٨	١٣٤	١٣٤
٤,٦	٣,٧	٢,٨	٢,٠	-	١٦٣	٥,١	٣,٨	٢,٨	١,٧	١٣٥	١٣٥
٤,٥	٣,٦	٢,٧	٢,٠	-	١٦٤	٥,٠	٣,٨	٢,٧	١,٧	١٣٦	١٣٦
٤,٥	٣,٦	٢,٧	٢,٠	-	١٦٥	٥,٠	٣,٧	٢,٧	١,٧	١٣٧	١٣٧
٤,٥	٣,٦	٢,٧	١,٩	-	١٦٦	٤,٩	٣,٧	٢,٧	١,٦	١٣٨	١٣٨
٤,٤	٣,٥	٢,٦	١,٩	-	١٦٧	٤,٨	٣,٦	٢,٦	١,٦	١٣٩	١٣٩
٤,٤	٣,٥	٢,٦	١,٩	-	١٦٨	٦,٠	٤,٨	٣,٦	٢,٦	١,٦	١٤٠
٤,٣	٣,٥	٢,٦	١,٩	-	١٦٩	٥,٩	٤,٧	٣,٥	٢,٦	-	١٤١
٤,٣	٣,٤	٢,٦	١,٨	-	١٧٠	٥,٨	٤,٦	٣,٥	٢,٥	-	١٤٢
						٥,٧	٤,٦	٣,٤	٢,٥	-	١٤٣
						٥,٧	٤,٥	٣,٤	٢,٥	-	١٤٤
						٥,٦	٤,٥	٣,٤	٢,٤	-	١٤٥
						٥,٦	٤,٤	٣,٣	٢,٤	-	١٤٦
						٥,٥	٤,٤	٣,٣	٢,٤	-	١٤٧

جدول رقم (٥-٥): تقدير الاستهلاك الأقصى للاكسجين من جراء معرفة استجابة ضربات القلب لعبه جهدي على الدراجة (للنساء).

استهلاك الأكسجين (لتر / ق)					ضربات القلب (ق)	استهلاك الأكسجين (لتر / ق)					ضربات القلب (ق)
٩٠٠	٧٥٠	٦٠٠	٤٥٠	٣٠٠		٩٠٠	٧٥٠	٦٠٠	٤٥٠	٣٠٠	
كجم/ق	كجم/ق	كجم/ق	كجم/ق	كجم/ق		كجم/ق	كجم/ق	كجم/ق	كجم/ق	كجم/ق	
٣,٦	٣,١	٢,٦	٢,١	١,٦	١٤٨	-	٤,٨	٤,١	٣,٤	٢,٦	١٢٠
٣,٥	٣,٠	٢,٦	٢,١	-	١٤٩	-	٤,٨	٤,٠	٣,٣	٢,٥	١٢١
٣,٥	٣,٠	٢,٥	٢,٠	-	١٥٠	-	٤,٧	٣,٩	٣,٢	٢,٥	١٢٢
٣,٥	٣,٠	٢,٥	٢,٠	-	١٥١	-	٤,٦	٣,٩	٣,١	٢,٤	١٢٣
٣,٤	٢,٩	٢,٥	٢,٠	-	١٥٢	-	٤,٥	٣,٨	٣,١	٢,٤	١٢٤
٣,٣	٢,٩	٢,٤	٢,٠	-	١٥٣	-	٤,٤	٣,٧	٣,٠	٢,٣	١٢٥
٣,٣	٢,٨	٢,٤	٢,٠	-	١٥٤	-	٤,٣	٣,٦	٣,٠	٢,٣	١٢٦
٣,٢	٢,٨	٢,٤	١,٩	-	١٥٥	-	٤,٢	٣,٥	٢,٩	٢,٢	١٢٧
٣,٢	٢,٨	٢,٣	١,٩	-	١٥٦	٤,٨	٤,٢	٣,٥	٢,٨	٢,٢	١٢٨
٣,٢	٢,٧	٢,٣	١,٩	-	١٥٧	٤,٨	٤,١	٣,٤	٢,٨	٢,٢	١٢٩
٣,١	٢,٧	٢,٣	١,٨	-	١٥٨	٤,٧	٤,٠	٣,٤	٢,٧	٢,١	١٣٠
٣,١	٢,٧	٢,٢	١,٨	-	١٥٩	٤,٦	٤,٠	٣,٤	٢,٧	٢,١	١٣١
٣,٠	٢,٦	٢,٢	١,٨	-	١٦٠	٤,٥	٣,٩	٣,٣	٢,٧	٢,٠	١٣٢
٣,٠	٢,٦	٢,٢	١,٨	-	١٦١	٤,٤	٣,٨	٣,٢	٢,٦	٢,٠	١٣٣
٣,٠	٢,٦	٢,٢	١,٨	-	١٦٢	٤,٤	٣,٨	٣,٢	٢,٦	٢,٠	١٣٤
٢,٩	٢,٦	٢,٢	١,٧	-	١٦٣	٤,٣	٣,٧	٣,١	٢,٦	٢,٠	١٣٥
٢,٩	٢,٥	٢,١	١,٧	-	١٦٤	٤,٢	٣,٦	٣,١	٢,٥	١,٩	١٣٦
٢,٩	٢,٥	٢,١	١,٧	-	١٦٥	٤,٢	٣,٦	٣,٠	٢,٥	١,٩	١٣٧
٢,٨	٢,٥	٢,١	١,٧	-	١٦٦	٤,١	٣,٥	٣,٠	٢,٤	١,٨	١٣٨
٢,٨	٢,٤	٢,١	١,٦	-	١٦٧	٤,٠	٣,٥	٢,٩	٢,٤	١,٨	١٣٩
٢,٨	٢,٤	٢,٠	١,٦	-	١٦٨	٤,٠	٣,٤	٢,٨	٢,٤	١,٨	١٤٠
٢,٨	٢,٤	٢,٠	١,٦	-	١٦٩	٣,٩	٣,٤	٢,٨	٢,٣	١,٨	١٤١
٢,٧	٢,٤	٢,٠	١,٦	-	١٧٠	٣,٩	٣,٣	٢,٨	٢,٣	١,٧	١٤٢
						٣,٨	٣,٣	٢,٧	٢,٢	١,٧	١٤٣
						٣,٨	٣,٢	٢,٧	٢,٢	١,٧	١٤٤
						٣,٧	٣,٢	٢,٧	٢,٢	١,٦	١٤٥
						٣,٧	٣,٢	٢,٦	٢,٢	١,٦	١٤٦
						٣,٦	٣,١	٢,٦	٢,١	١,٦	١٤٧

(المصدر: انظر إلى المصدر في جدول (٥-٤))

١٠ - هل هناك علاقة بين الاستهلاك المطلق (لتر/ق) والاستهلاك النسبي (مل/كجم. ق) للأكسجين؟ وأيها أفضل للتعبير عن قدرة الفرد الهوائية ؟

١١ - يمكن النظر في الجدول رقم (٥-٦) وتصنيف قدرتك الهوائية حسب التصنيف المرفق .

جدول رقم (٥-٦) : تصنيف اللياقة البدنية بالجنس والعمر بنما على معايير الاستهلاك الأقصى للأكسجين.

الاستهلاك الأقصى للاكسجين باللتر في الدقيقة وكذلك بالمليلتر / كجم . ق					العمر بالسنوات
منخفض	دون المتوسط	متوسط	جيد	عالٍ	
الرجال					
$2,79 \geq$	$3,09 - 2,80$	$3,69 - 3,10$	$3,99 - 3,70$	$4,0 \leq$	$20 - 29$
38	43-39	51-44	56-52	57	
$2,49 \geq$	$2,79 - 2,50$	$3,39 - 2,80$	$3,69 - 3,40$	$3,70 \leq$	$30 - 39$
34	39-35	47-40	51-48	52	
$2,19 \geq$	$2,49 - 2,20$	$3,09 - 2,50$	$3,39 - 3,10$	$3,40 \leq$	$40 - 49$
30	35-31	43-36	47-44	44	
$1,89 \geq$	$2,19 - 1,90$	$2,79 - 2,20$	$3,09 - 2,80$	$3,10 \leq$	$50 - 59$
25	31-26	39-32	43-40	44	
$1,59 \geq$	$1,89 - 1,60$	$2,49 - 1,90$	$2,79 - 2,50$	$2,80 \leq$	$60 - 69$
21	26-22	35-27	39-36	40	
النساء					
$1,69 \geq$	$1,99 - 1,70$	$2,49 - 2,00$	$2,79 - 2,50$	$2,80 \leq$	$20 - 29$
28	34-29	43-35	48-44	49	
$1,59 \geq$	$1,89 - 1,60$	$2,39 - 1,90$	$2,69 - 2,40$	$2,70 \leq$	$30 - 39$
27	33-28	41-34	47-42	48	
$1,49 \geq$	$1,79 - 1,50$	$2,29 - 1,80$	$2,59 - 2,30$	$2,60 \leq$	$40 - 49$
25	31-26	40-32	45-41	46	
$1,29 \geq$	$1,59 - 1,30$	$2,09 - 1,60$	$2,39 - 2,10$	$2,40 \leq$	$50 - 59$
21	28-22	36-29	41-37	42	

\* السطر الأول مقابل كل فئة عمرية يعبر عن الاستهلاك باللتر/ق والسطر الثاني بالمليلتر/كجم. ق.

\* هذه المعايير في الواقع لمجتمع الدول الاسكندنافية، ولذا يجدر التنويه.

(المصدر : انظر المصدر في جدول رقم ٥-٤).



## ملحوظة

١ - عند البدء بعبء جهدي يساوي ٦٠٠ كجم . م / ق ، فإن بعض المصححين ذوي اللياقة العالية لا ترتفع ضربات القلب لديهم في نهاية الدقيقة السادسة إلى ١٢٠ ضربة/ ق ، وعليه لا يمكن استخدام الجدول رقم (٤-٥) لأن أقل ضربات قلب فيه هي ١٢٠ ضربة/ ق . ولذا فعليهم أداء التجربة (بعد فترة راحة كافية جدا) عند عبء جهدي أعلى من ذلك (٩٠٠ كجم . م / ق مثلا) .

٢ - عند تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين باستخدام الجدولين (٣-٥) ، (٤-٥) يجب ملاحظة أن الاستهلاك الأقصى للأكسجين يتناقص تدريجيا مع التقدم في السن ، ولذا يمكن تصحيح تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين عند اختبار أفراد كبار في السن بواسطة الجدول رقم (٧-٥) .

جدول رقم (٧-٥) : معامل تصحيح العمر عند تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين باستخدام طريقة أستراند .

العمر بالسنوات	معامل التصحيح
١٥	١,١٠
٢٥	١,٠٠
٣٥	٠,٨٧
٤٠	٠,٨٣
٤٥	٠,٧٨
٥٠	٠,٧٥
٥٥	٠,٧١
٦٠	٠,٦٨
٦٥	٠,٦٥

(المصدر : انظر المصدر في جدول رقم ٤-٥) .



## تجربة رقم (1)

### تقدير الاستهلاك الأتصى للأكسجين باستخدام

معادلة فوكس (Fox)

- الأساس النظري
- الفرض من التجربة
- الأدوات المستخدمة
- الإجراءات



## الأساس النظري للتجربة

تعتبر هذه الطريقة وسيلة يسيرة لتقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين (بطريقة غير مباشرة بالطبع) وذلك من خلال معادلة خطية (Linear equation) تصف العلاقة بين الاستهلاك الأقصى للأكسجين والذي تم قياسه مباشرة وبين استجابة ضربات القلب في الدقيقة الخامسة من الجهد عند أداء جهد بدني على الدراجة الثابتة بمقاومة تساوي ١٥٠ شمة (أو ٩٠٠ كجم . م/ق) ، وهذه المعادلة التي تم تحديدها من قبل العالم الأمريكي فوكس هي :

الاستهلاك الأقصى للأكسجين (لتر/ق) =  $6,3 - 0,193 \times$  ضربات القلب في الدقيقة الخامسة من الجهد).

## الغرض من التجربة

- ١ - تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين من خلال ضربات القلب دون القصوى .
- ٢ - مقارنة الاستهلاك الأقصى للأكسجين الناتج في هذه التجربة بالاستهلاك الأقصى للأكسجين في التجربة السابقة .

## الأدوات المستخدمة

- دراجة الجهد .
- مقياس .
- ساعة توقيت .
- جهاز قياس نبض القلب (يمكن استخدام طريقة تحسس النبض في حالة عدم توافر جهاز قياس النبض).

### الإجراءات

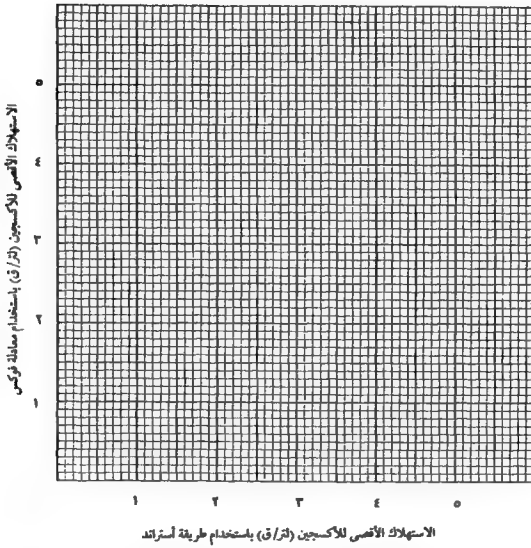
- ١ - يجلس المفحوص على الدراجة لمدة دقيقة تقريباً ثم يتم قياس ضربات القلب لديه في الراحة .
- ٢ - يتم وضع مقاومة الدراجة على ٣ كجم ويكون الإيقاع ١٠٠ دقة/ق مما يجعل العبء الجهدية يساوي ٩٠٠ كجم . م/ق (أو ١٥٠ شمعة) .
- ٣ - يقوم المفحوص بتحريك المعجل متمشياً مع الإيقاع ويتم قياس ضربات القلب لديه عند نهاية كل دقيقة حتى الدقيقة الخامسة من الجهد .
- ٤ - بمجرد الحصول على ضربات القلب في نهاية الدقيقة الخامسة يتم وقف التجربة وتسجل ضربات القلب على أساس أنها ضربات القلب دون القصوى ويمكن استخدام ورقة تسجيل البيانات في جدول رقم (١-٦) .

٥ - يتم تطبيق المعادلة التالية للحصول على الاستهلاك الأقصى للأكسجين :

$$\text{الاستهلاك الأقصى للأكسجين} = ٦,٣ - (٠,١٩٣ \times \text{ضربات القلب في الدقيقة الخامسة})$$

- ٦ - أوجد العلاقة بين حجم الاستهلاك الأقصى للأكسجين الناتج عن التجربة رقم (٥) والحجم الناتج عن التجربة رقم (٦) ، وارسم العلاقة على ورقة الرسم البياني شكل رقم (١-٦) .





شكل رقم (٦-١) : ورقة الرسم البياني : العلاقة بين الاستهلاك الأقصى للأكسجين (لتر/ق) باستخدام كل من طريقتي أستراند وفوكس .



**تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين  
عن طريق ضربات القلب  
باستخدام صندوق الخطوة  
(اختبار كوينز كوليج )**

- الأساس النظري
- الفرض من التجربة
- الأدوات المستخدمة
- الإجراءات



## الأساس النظري

وهو عبارة عن نسخة مبسطة من اختبار الخطوة لمارفارد تم تطويره في كلية كوينز في نيويورك بواسطة مكردل وآخرين (McArdle *et al.* 1986) - وتتلخص فكرة الاختبار بأن يقوم المحصور بأداء جهد بدني لمدة ٣ دقائق على صندوق الخطوة وفي نهاية الدقائق الثلاث يتم قياس ضربات القلب لديه ومن ثم مقارنتها ببعض المعايير التي تم عملها على مجموعة كبيرة من الذكور والإناث ، ولقد تم قياس صدق هذا الاختبار بمقارنته بالاستهلاك الأقصى للأكسجين ووجد أنه يساوي (-٧٢ ، ٠) للرجال و (-٧٥ ، ٠) للنساء .

### الغرض من التجربة

تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين .

### الأدوات المستخدمة

- صندوق خطوة ارتفاعه ٢٥, ١٦ بوصة (٤١ سم) .
- مقياس Metronome
- ساعة توقيت
- جهاز قياس ضربات القلب (في حالة عدم توافره يمكن قياس نبض القلب عن طريق التحسس) .

### الإجراءات

١ - على المحصور الصعود على صندوق الخطوة والتزول منه بمعدل ٢٤ صعودا في الدقيقة للرجال (يوضع المقياس على ٩٦ دقة في الدقيقة) ، و ٢٢ صعودا أو خطوة للنساء (يوضع المقياس على ٨٨ دقة في الدقيقة) .

- ٢- على المفحوص الاستمرار في أداء الجهد متمشياً مع الإيقاع لمدة ٣ دقائق متواصلة .
- ٣- في نهاية الدقائق الثلاث يتوقف المفحوص ويتم قياس نبض لقلب لديه بعد ٥ ثوانٍ مباشرة من توقفه ولمدة ١٥ ثانية ثم ضرب الناتج في ٤ لمعرفة ضربات القلب في الدقيقة .
- ٤ - تسجل قراءة ضربات القلب لديه على ورقة تسجيل البيانات في الجدول رقم (٧-١) .
- ٥ - ينظر في الجدول رقم (٧-٢) لمعرفة مقدار الاستهلاك الأقصى للأكسجين لدى ذلك المفحوص .

جدول رقم (٧-١) ورقة تسجيل البيانات : تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين (اختبار كوينز كوليج) .

الاستهلاك الأقصى للأكسجين مل / كجم . ث	ضربات القلب / ث بعد ٣ دقائق من الجهد	الاسم

جدول رقم (٧-٢) : تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين من خلال ضربات القلب في الاسترداد (اختبار كويتز كوليج)\*

الرجال		النساء	
ضربات القلب أثناء الاسترداد (ق)	تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين (مل / كجم . ق)	ضربات القلب أثناء الاسترداد (ق)	تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين (مل / كجم . ق)
١٢٠	٦٠,٩	١٢٨	٤٢,٢
١٢٤	٥٩,٣	١٤٠	٤٠,٠
١٢٨	٥٧,٦	١٤٨	٣٨,٥
١٣٦	٥٤,٢	١٥٢	٣٧,٧
١٤٠	٥٢,٥	١٥٦	٣٧,٠
١٤٤	٥٠,٩	١٥٨	٣٦,٦
١٤٨	٤٩,٢	١٦٠	٣٦,٣
١٤٩	٤٨,٨	١٦٢	٣٥,٩
١٥٢	٤٧,٥	١٦٣	٣٥,٧
١٥٤	٤٦,٧	١٦٤	٣٥,٥
١٥٦	٤٥,٨	١٦٦	٣٥,١
١٦٠	٤٤,١	١٦٨	٣٤,٨
١٦٢	٤٣,٣	١٧٠	٣٤,٤
١٦٤	٤٢,٥	١٧١	٣٤,٢
١٦٦	٤١,٦	١٧٢	٣٤,٠
١٦٨	٤٠,٨	١٧٦	٣٣,٣
١٧٢	٣٩,١	١٨٠	٣٢,٦
١٧٦	٣٧,٤	١٨٢	٣٢,٢
١٧٨	٣٦,٦	١٨٤	٣١,٨
١٨٤	٣٤,١	١٩٦	٢٩,٦

\* المصدر : (McArdle et al. 1986)

تجربة رقم (٨)

### إمكانية الجهد البدني عند ضربات القلب ١٧٠

- الأساس النظري
- الغرض من التجربة
- الأدوات المستخدمة
- الإجراءات





## الأساس النظري للتجربة

لقياس قدرة الفرد على أداء جهد بدني يجب أن نعرض المفحوص إلى جهد بدني متدرج باستخدام الدراجة مثلا (أو أي أسلوب آخر) حتى أقصى إمكانية له ونقوم بتسجيل العبء الجهدي الذي توقف عنده . إلا أن هذا يتطلب وقتا لعمل ذلك وسيطول الوقت اللازم للتجربة عند الأفراد الذين يمتلكون إمكانية هوائية عالية ، ناهيك عن أن هذه الطريقة تستلزم إجهاد المفحوص بدرجة عالية جدا . ولهذا فقد أشار العالم السويدي أستراوند إلى ما يسمى بإمكانية الجهد البدني عند ضربات القلب ١٧٠ أو (Physical Working Capacity 170) ، وفي هذه الطريقة يتم قياس قدرة الفرد على أداء جهد بدني يتطلب رفع ضربات القلب لديه إلى ١٧٠ ضربة / ق وبالتالي معرفة مقدار هذا العبء الذي رفع ضربات القلب إلى ١٧٠ ضربة/ ق وكلما كان الفرد ذا لياقة عالية استلزم الأمر عبئا جهديا أقل لرفع ضربات القلب لديه إلى ١٧٠ ضربة/ ق . وهذه التجربة كنبرها من التجارب السابقة مبنية على العلاقة الوثيقة إلى حد ما بين ضربات القلب واستهلاك الأكسجين أثناء الجهد البدني .

### الغرض من التجربة

- ١ - لمعرفة مقدار العبء الجهدي الذي يؤدي إلى رفع ضربات القلب إلى ١٧٠ ضربة/ ق .
- ٢ - لمعرفة استهلاك الأكسجين عند ذلك العبء .

### الأدوات المستخدمة

- دراجة الجهد .
- مقياس .
- ساعة توقيت .
- جهاز قياس النبض ( في حالة عدم توافر جهاز قياس النبض يمكن استخدام طريقة تحسب النبض كما تم شرحها في التجربة رقم (٣) ) .

## الإجراءات

١ - يجلس المفحوص أولاً على الدراجة ويختار الارتفاع المناسب للمقعد .

٢ - يتم البدء بعبء جهدي يساوي ٤٥٠ كجم . م / ق (أي بمقاومة تساوي ١,٥ كجم (٧٥ شمة) مع تحريك المعجل بمعدل ٥٠ دورة في الدقيقة لمدة ٦ دقائق .

٣ - يتم تسجيل ضربات القلب في نهاية كل دقيقة وحساب معدل ضربات القلب في الدقيقتين الخامسة والسادسة لتمثل معدل ضربات القلب عند ذلك العبء .

٤ - بعد نهاية الدقيقة السادسة يتم رفع المقاومة إلى ٢ كجم ليصبح العبء الجهدي ٦٠٠ كجم . م / ق مع الاستمرار في الجهد لمدة ٦ دقائق أخرى ، ويتم قياس ضربات القلب في نهاية كل دقيقة مع احتساب معدل ضربات القلب في الدقيقتين الخامسة والسادسة كمعدل لضربات القلب عند ذلك العبء .

٥ - إذا ارتفعت ضربات القلب إلى ١٧٠ ضربة في الدقيقة يتوقف المفحوص (إذا كانت قريبة من ذلك ١٦٥ يمكن التوقف) . من المهم جداً إنهاء ذلك العبء حتى يتسنى لنا الحصول على عشرين جهدين على الأقل .

٦ - إذا لم ترتفع ضربات القلب إلى ١٧٠ ضربة/ق أو قريباً من ذلك يستمر المفحوص في الجهد وترفع المقاومة إلى ٢٥٠ كجم ، أي إن العبء الجهدي يصبح ٧٥٠ كجم . م / ق . ويتم قياس ضربات القلب في الدقيقتين الخامسة والسادسة كمعدل لضربات القلب عند ذلك العبء .

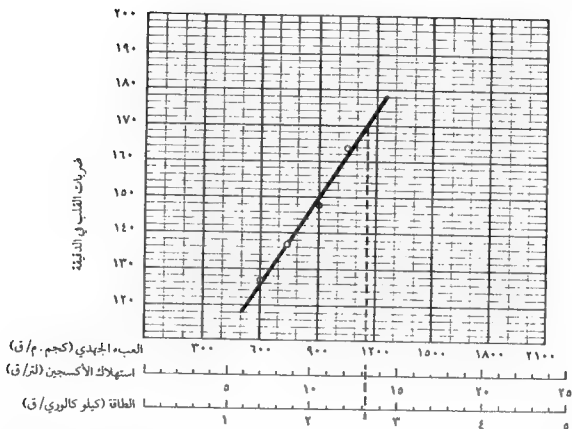
٧ - إذا لم ترتفع ضربات القلب إلى ١٧٠ ضربة/ق يتم رفع المقاومة إلى ٣ كجم ويكون العبء الجهدي يساوي ٩٠٠ كجم . م / ق . . . وهكذا . . .

٨ - يتم تسجيل البيانات على ورقة تسجيل البيانات في الجدول رقم (٨-١) ، ويوجد بها أيضاً مثال لتوضيح ذلك .

٩ - يتم تحديد إمكانية الجهد البدني باستخدام الرسم البياني رقم (٨-١) وذلك بأن يتم رسم ضربات القلب (على الأقل نقطتين لتكوين خط مستقيم) ويتم توصيل خط بين هذه النقاط ويمتد إلى أن يقطع الخط الأفقي لضربات القلب ١٧٠ (القادم من محور ص) ، عند التقاء الخطين يتم إنزال عمود إلى العبء الجهدي على محور س .

١٠ - يمكن أيضاً تقدير استهلاك الأكسجين عند ذلك العبء بأن يمتد الخط ليقطع محور استهلاك الأكسجين ، وكذلك يمكن تقدير الطاقة المستهلكة بالكيلو كالوري في الدقيقة عند ذلك العبء .





شكل رقم (٨-١): يوضح كيفية تحديد العبء الجهدي عند ضربات القلب ١٧٠ وما يقابل ذلك من الطاقة المصروفة واستهلاك الأكسجين . لتحديد العبء الجهدي عل الطالب إيصـال خط مستقيم بين النقاط الخاصة بضربات القلب ثم يمد ذلك الخط إلى أن يقطع الخط الأفقي القادم من ضربات القلب ١٧٠ ، وعند تقاطع الخط الأفقي مع الخط المائل يتم إزـال خط رأسي مستقيم حتى يقطع العبء الجهـدي .  
المصدر: (Sinning 1975, p. 68) .

### ضغط الدم في الراحة وفي الجهد البدني

- الأساس النظري
- ماذا يقصد بالضغط الشرياني
- الضغط الشرياني والجهد البدني
- كيفية قياس ضغط الدم
- الغرض من التجربة
- الأدوات المستخدمة
- الإجراءات



## الأساس النظري

تتطلب العضلات أثناء انقباضها كمية كبيرة من الدم مقارنة بالراحة ، ولهذا نجد أن حجم نتاج القلب (cardiac output) وهو كمية الدم التي يضخها القلب في الدقيقة يرتفع ، ويعتمد هذا الارتفاع في حجم نتاج القلب على شدة الجهد البدني . ويزيادة جريان الدم في الأوعية الدموية في العضلات العاملة تتمدد هذه الأوعية إلا أنها في الأنسجة الأخرى من الجسم تنقلص حتى يتمكن الجسم من دفع أكبر كمية من الدم إلى الأجهزة العاملة ومنها القلب والرئتين وبالطبع العضلات العاملة حيث تستأثر (العضلات) بحوالي ٨٠٪ من نتاج القلب أثناء الجهد البدني العنيف . ولهذا نرى أن ضغط الدم الشرياني يرتفع في الجهد البدني العنيف حتى عند الفرد السليم ، وهذا الارتفاع في الضغط ضروري جدا لكي يزيد ضغط التشبع (perfusion pressure) أي تشبع العضلات العاملة بالدم . وتشير البحوث الحديثة إلى أن هذا التحكم في ضغط الدم أثناء الجهد البدني يتم من خلال الجهاز العصبي السمبثاوي .

### ماذا يقصد بالضغط الشرياني ؟

عندما يبلغ القلب الدم بضربات متتالية إلى أجهزة الجسم عبر الأوعية الدموية فإنه يحدث ضغطا معينا على الأوعية الدموية يسمى ضغط الدم (Blood pressure) ، وهذا الضغط هو في الواقع نتاج قوة جريان الدم الذي يتأثر بشكل رئيسي بقوة دفع القلب للدم وكذلك نتاج مقاومة الأوعية الدموية لهذا الدم ، فكلما كانت الأوعية الدموية ضيقة أو غير مرنة كما يحدث في حالة تصلب الشرايين فإن ضغط الدم سيرتفع . كما أن زيادة حجم الدم سيؤدي إلى زيادة الضغط على الأوعية الدموية وبالتالي زيادة ضغط الدم . على أية حال يمكننا أن نقسم ضغط الدم الشرياني هذا إلى ضغط يحدث أثناء انقباض القلب (نتيجة لاندفاع الدم عبر الأوعية الدموية أثناء عملية الانقباض) وهو ما يسمى بالضغط الشرياني الانقباضي (Systolic blood pressure) وضغط يحدث أثناء انبساط القلب وهو ما نسميه بالضغط الشرياني الانبساطي (Diastolic blood pressure) وهو بالطبع أقل قوة من الضغط الانقباضي ، وعادة ما يسجل الضغط الانقباضي أولا مقسوما على الضغط الانبساطي على النحو التالي :

الضغط الانقباضي

الضغط الانبساطي

ويمثل الضغط في الواقع ضغط الدم أو القوة المؤثرة على الشرايين نتيجة لارتفاع الدم من القلب ويقاس بالمليمتر الزئبقي (مقدار الضغط الذي يرفع عموداً من الزئبق مسافة معينة) . ويبلغ الضغط في الأحوال الاعتيادية لدى الشاب السليم في العشرين إلى الثلاثين من عمره ما مقداره ١٢٠ مليمترًا زئبقياً كضغط انقباضي و ٨٠ مليمترًا زئبقياً كضغط انبساطي وتكتب هكذا :  $\frac{120}{80}$  مم زئبقي . ويتأثر ضغط الدم بالعديد من العوامل أهمها مقدار التوتر الذي يحدث في الأوعية الدموية (Vascular tone) ، ويؤثر الجهاز العصبي السمبثاوي على ضغط الدم كما أن للجهاز الهرموني تأثيراً واضحاً على ضغط الدم . ومن المعروف أيضاً أن ضغط الدم الشرياني يرتفع مع التقدم في السن .

### الضغط الشرياني والجهد البدني

عند أداء جهد بدني وخاصة إذا كان هذا الجهد فوق المتوسط ، فإننا نلاحظ ارتفاعاً في الضغط الشرياني الانقباضي (Systolic) مع تغير طفيف في الضغط الشرياني الانبساطي ، وكما أشرنا من قبل فإن ارتفاع الضغط الشرياني الانقباضي أثناء الجهد البدني العنيف يكون نتيجة للارتفاع الكبير في جريان الدم في الأوعية الدموية (زيادة نتاج القلب) . ويوضح الشكل رقم (٩-١) رسماً توضيحياً لاستجابة الضغط الشرياني للجهد البدني . والجدير بالذكر أن المعتاد عند تسجيل الضغط الشرياني أن يسجل ما يسمى بمتوسط الضغط الشرياني (Mean pressure) والذي يتم حسابه كالتالي :

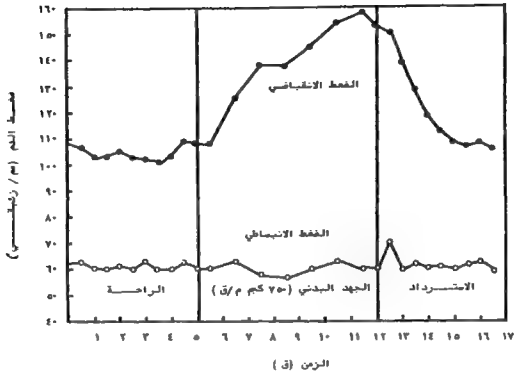
$$\frac{\text{الضغط الانقباضي} + (2 \times \text{الضغط الانبساطي})}{3}$$

٣

ويؤثر نوع الانقباض العضلي بشكل واضح على الضغط الشرياني أثناء الجهد البدني حيث يكون الارتفاع في الضغط الشرياني أكبر عندما يكون الانقباض العضلي ثابتاً (Isometric) مقارنة مع الانقباض العضلي المتحرك (Dynamic) ، ولهذا لا ينصح بعمل التدريبات العضلية الثابتة أو المشابهة للثابتة لكبار السن أو الذين لديهم ارتفاع في ضغط الدم (بما في ذلك بعض تدريبات الأثقال) بينما يتم توجيههم إلى الرياضات المتحركة وخاصة ذات الإيقاع المنتظم (Rhythmic) مثل المشي والمرولة والسباحة الخ

كما يعتقد أن التدريب البدني الهوائي (كالمشي والمرولة والسباحة . . الخ) يساعد على خفض ضغط الدم للأفراد الذين يعانون من ارتفاع (وخاصة الارتفاع المحدود) في ضغط الدم الشرياني .





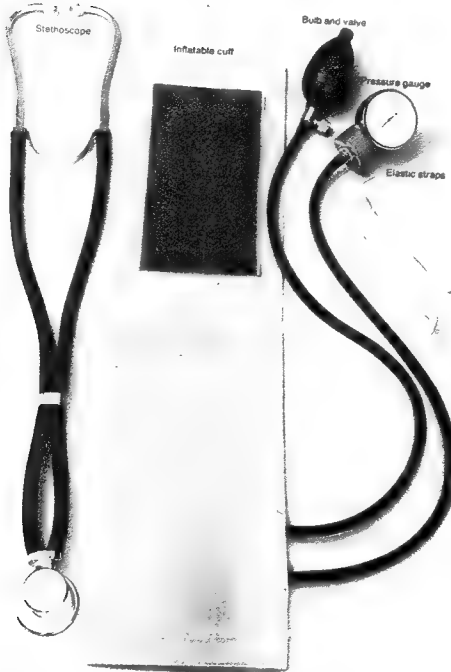
شكل رقم (٩-١) : استجابة الضغط الشرياني (الانقباضي والانقباضي) للجهد البدني (المصدر 1971, p. 41 DeVries).

### كيفية قياس ضغط الدم

يتم قياس ضغط الدم بطريقة مباشرة وأخرى غير مباشرة . أما الطريقة المباشرة فمن خلال قياس الضغط داخل الشريان بواسطة قسطرة (Catheter) وهي طريقة تتطلب عناية طبية عالية ولهذا فالطريقة غير المباشرة أكثر شيوعاً في الاستخدام وهي سهلة جداً وغير مكلفة حيث تتطلب ساعة طبية ومقياساً للضغط (Sphygmomanometer) مكوناً من مؤشر ضغط (إما زئبقي أو اعتيادي) ورباط قابل للنفخ يلف حول الذراع فوق المرفق (انظر الشكل رقم ٩-٢) . ويتم عملية قياس الضغط على النحو التالي (انظر الشكل رقم ٩-٣) :

١- يجلس المبحوص على كرسي مريح وإحدى اليدين ممدودة على طاولة في مستوى موقع القلب، مع ملاحظة أن تكون الكف إلى أعلى .

٢- يلف الرباط القابل للنفخ على الجزء الأعلى من الذراع المراد قياسها وفوق المرفق مع الأخذ في الاعتبار أن يكون الجزء القابل للنفخ إلى داخل الذراع .



شكل رقم (٩-٢): جهاز قياس ضغط الدم ويتكون من سحاحة طبية ومؤشر للضغط ورباط قابل للنفخ يلف حول الذراع.  
(المصدر: Fisher 1981).

٣- توضع الساعة الطبية على الشريان الرئيسي للذراع (Antecubital Artery) بالقرب من الجهة الداخلية للمرفق كما هو موضح في الشكل رقم (٩-٣) .

٤- اغلق صمام جهاز الضغط وابدأ في نفخ الرباط حتى تلاحظ أن ضغط الرباط قد قطع الدورة الدموية في ذلك الشريان الرئيسي ثم لاحظ مؤشر مقياس الضغط واستمر في النفخ حتى تتجاوز القراءة السابقة بحوالي ٢٠-٣٠ مم/ زئبقي (يمكن معرفة اللحظة التي تنقطع فيها الدورة الدموية في ذلك الشريان عن طريق ملاحظة النبض في الشريان الكعبري أثناء نفخ الرباط) .

٥- ابدأ في السماح للهواء بالخروج بشكل منتظم ويطيء بمعدل لا يزيد عن ٥ مم/ زئبقي في الثانية مع الاستماع بدقة لصوت نبض الدم المتوقع سماعه بواسطة الساعة الطبية .

٦- بمجرد سماعك أول صوت لنبض الدم فهو دلالة على بدء مرور الدم خلال الشريان ، سجل القراءة الموجودة على مقياس الضغط ، وتكون بذلك قراءة الضغط الشرياني الانقباضي . (يسمى هذا الصوت (Korotkoff) .

٧- استمر في الاستماع إلى النبض وبمجرد ملاحظتك اختفاء الصوت سجل القراءة الموجودة على مقياس الضغط وتكون بذلك قراءة الضغط الشرياني الانبساطي .

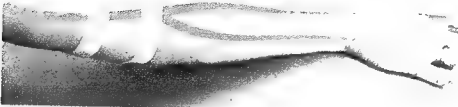
ملاحظة: يمكن معرفة بداية مرور الدم في الشريان (الذي يدل على الضغط الشرياني الانقباضي) عن طريق ملاحظة بدء النبض في الشريان الكعبري بدون الحاجة إلى ساعة طبية ، لكن يلزم لمعرفة الضغط الانبساطي استخدام الساعة الطبية .

### الغرض من التجربة

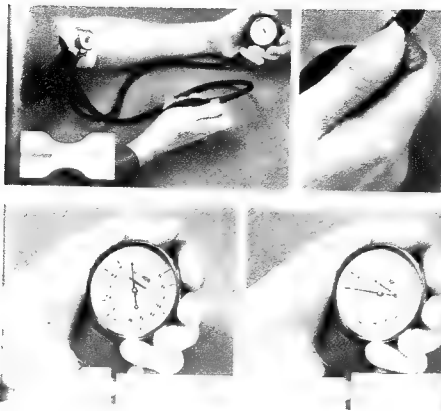
- ١- التعرف على كيفية قياس ضغط الدم في الراحة وفي الجهد البدني .
- ٢- التعرف على تأثير الجهد البدني على ضغط الدم .
- ٣- التعرف على العلاقة بين ضغط الدم وضربات القلب أثناء الجهد البدني .

### الأدوات المستخدمة

- دراجة الجهد .
- مقياس .



شكل رقم (٩-٣): يوضح كيفية قياس ضغط الدم. للتفاصيل (انظر الخطوات الموضحة في النص).  
المصدر: انظر المصدر السابق في شكل رقم (٩-٢).



تابع شكل رقم (٩-٢)

- ساعة توقيت .
- جهاز قياس الضغط .
- سماعة طبية .
- جهاز قياس النبض (يمكن تخمس نبض القلب في حالة عدم وجود جهاز لقياس النبض) .

### الإجراءات

- ١ - يجلس المفحوص على الدراجة ويتم اختيار الارتفاع المناسب للمقعد .
- ٢ - يتم بعد ذلك قياس معدل ضربات القلب أثناء الراحة والمفحوص جالس على الدراجة .
- ٣ - يتم أيضا قياس ضغط الدم الشرياني أثناء الراحة والمفحوص جالس على الدراجة (انظر الجزء الخاص بكيفية قياس ضغط الدم في الجزء السابق) .
- ٤ - يتم وضع مقاومة الدراجة على ٢ كجم ويبدأ المفحوص بتحريك المعجل بمعدل ٥٠ دورة في الدقيقة (المقاع ١٠٠ دقة/ ق) مما يجعل العبء الجهدي يصل ٦٠٠ كجم . م/ ق .

٥ - يستمر المفحوص في أداء الجهد لمدة ٥ دقائق .

٦ - في نهاية كل دقيقة يتم قياس ضربات القلب وكذلك ضغط الدم (في بعض الحالات وعند عدم القدرة على عمل قياس الضغط بسبب الصوت الناتج عن الدراجة وحركة المفحوص يمكن التوقف فقط أثناء قياس الضغط) .

٧ - في نهاية الدقيقة الخامسة يتوقف المفحوص ويستمر في الجلوس على الدراجة لمدة ٥ دقائق أخرى ، يتم أثناءها قياس ضربات القلب وضغط الدم في الدقيقة الأولى من الاسترداد والدقيقة الثالثة والخامسة .

٨ - تسجل البيانات على ورقة تسجيل البيانات الفردية في جدول رقم (٩-١) والجمعية في جدول ورقم (٩-٢) .

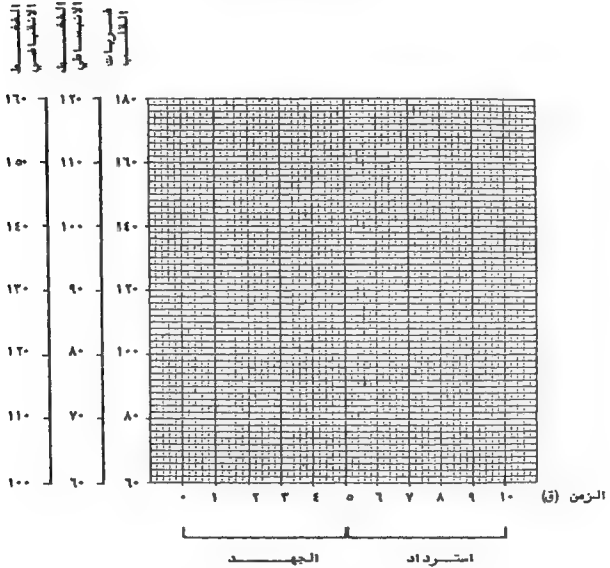
٩ - يتم تمثيل النتائج ورسمها على ورقة الرسم البياني شكل رقم (٩-٤) .

جدول رقم (٩-١) : ورقة تسجيل البيانات : استجابة ضغط الدم للجهد البدني والاسترداد .

الاسم :				
العباءة الجهدية :				
الزمن (ق)	ضربات القلب (ق)	الضغط الانقباضي مم/ز	الضغط الانبساطي مم/ز	متوسط الضغط* مم/ز
الراحة				
الجهد ١ ٢ ٣ ٤ ٥				
الاسترداد ١ ٣ ٥				

\* متوسط الضغط =  $\frac{\text{الضغط الانقباضي} + (2 \times \text{الضغط الانبساطي})}{3}$





شكل رقم (٩-٤) ورقة الرسم البياني: استجابة ضربات القلب والضغط الشرياني الانقباضي والانبساطي للجهد البدني.



### اختبارات الوظائف التنفسية

- الأساس النظري
- اختبارات الوظائف التنفسية
- الغرض من التجربة
- الأدوات المستخدمة
- الإجراءات



## الأساس النظري

إن الوظيفة الأساسية للرئتين هي تزويد الدم بالأكسجين والتخلص من ثاني أكسيد الكربون ، ويتم إنجاز هذه العملية من خلال عملية التنفس الميكانيكية والمتمثلة بانقباض العضلات التنفسية وانبساطها (الحجاب الحاجز والعضلات بين الضلعية والشهيقية للمساعدة) . ويمكن تقسيم عملية التنفس إلى ٣ مراحل هي :

١- عملية التنفس الخارجي (التهوية الرئوية) : وتمثل عملية دخول الهواء المحمل بالأكسجين إلى الحويصلات الرئوية حيث تتم هناك عملية تبادل الغازات بين الحويصلات والدم (يأخذ الدم الأكسجين من الرئتين ويغادر ثاني أكسيد الكربون الدم إلى الرئتين) .

٢- عملية نقل الغازات : وهي عملية نقل الأكسجين بواسطة الدم ( بواسطة الهيموجلوبين بشكل أكثر دقة) إلى أنسجة الجسم المختلفة .

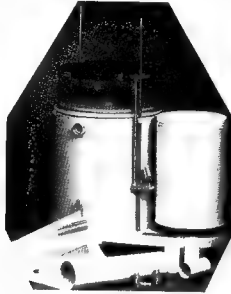
٣- عملية التنفس الداخلي : وهي عكس عملية التنفس الخارجي حيث يتم هنا إنزال الأكسجين إلى الأنسجة ونقل ثاني أكسيد الكربون من النسيج إلى الرئتين مرة أخرى .

ومن الجدير بالذكر أن حجم التهوية الرئوية (أو كمية الهواء التي تدخل إلى الحويصلات الرئوية) يتأثر بمدى حاجة الجسم إلى الأكسجين وأيضا مدى حاجته للتخلص من ثاني أكسيد الكربون ، ولهذا نجد أن حجم التهوية الرئوية الذي يبلغ حوالي ٦-٧ لترات في الدقيقة أثناء الراحة للشباب السليم ، هذا الرقم يرتفع ليصل إلى حوالي ٩٠-١٢٠ لترا في الجهد البدني الأقصى ويليغ عند بعض الرياضيين ذوي الكفاءة العالية إلى ١٨٠ لترا .

## اختبارات الوظائف التنفسية

يمكن من جراء عمل اختبارات الوظائف التنفسية الحصول على معلومات قيمة حول قوة عضلات التنفس والخصائص الميكانيكية للرئتين والقفص الصدري وكفاءة عملية التبادل الغازي . وعلى الرغم من أن

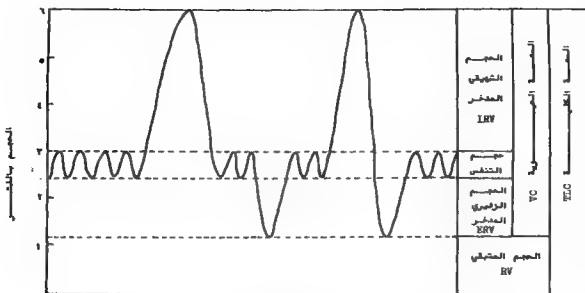
الاختبارات التنفسية تعتبر أكثر دلالة في عملية الكشف عن الأمراض الرئوية ومدى تأثير المعالجة عليها ، إلا أنها أيضا مهمة في معرفة تأثير الجهد والتدريب البدني على الوظائف التنفسية . وتتم عملية قياس الوظائف التنفسية بواسطة أجهزة قياس الوظائف التنفسية أو السيروميتر (Spirometer) سواء ما كان منها معتمدا على الأنواع القديمة (كالسيروميتر المائي - انظر شكل رقم (١٠-١) أو الأنواع الحديثة (كالسيروميتر الجاف - انظر شكل رقم (١٠-٢) . وعند عمل قياس للوظائف التنفسية فإننا منحصل على الشكل رقم (١٠-٣) والذي يوضح الأحجام والسعات الرئوية التي يكشفها لنا الاختبار ، وهي على النحو التالي :



شكل رقم (١٠-١): جهاز قياس الوظائف التنفسية (نوع مائي) (من شركة كولنز).



شكل رقم (١٠-٢): جهاز قياس الوظائف التنفسية (نوع جاف) (من شركة فوكودا دنشي).



شكل رقم (١٠-٢): رسم توضيحي لاختبار الوظائف التنفسية وتظهر السمات والأحجام الرئوية.

#### حجم التنفس (أو عمق التنفس) Tidal volume

وهو حجم هواء الشهيق أو الزفير في دورة تنفسية واحدة ويصل في المتوسط أثناء الراحة من ٥٠٠ - ٦٠٠ مليلتر ، وهو أيضا حجم الهواء الذي يدخل الرئتين أثناء الشهيق ويغادرها أثناء الزفير .

#### الحجم الشهقي للدخل (Inspiratory reserved volume)

وهو أقصى كمية من الهواء يمكن استنشاقها بعد نهاية دورة تنفسية (أي بعد الحد الشهقي لحجم التنفس) ، ويصل هذا الحجم في المتوسط إلى ٣٠٠٠ مليلتر .

#### الحجم الزفيري للدخل (Expiratory reserved volume)

وهو أقصى كمية من الهواء يمكن إخراجها من الرئة بعد نهاية دورة تنفسية (أي بعد الحد الزفيري لحجم التنفس) ، ويصل هذا الحجم في المتوسط إلى ١٢٠٠ مليلتر .

#### الحجم المتبقي (Residual volume)

وهو حجم الهواء المتبقي داخل الرئتين بعد أقصى زفير ممكن ويصل في المتوسط من ١١٠٠ - ١٣٠٠ مليلتر، وهو حجم من الهواء يبقى دائما في الرئتين ولا يمكن إخراجها من الرئتين حتى عند أقصى زفير ممكن ، ومع ذلك يمكن قياس هذا الحجم أو تقديره .

### السعة الرئوية الكلية (Total lung capacity)

وهي أقصى سعة يمكن استيعاب كمية من الهواء داخل الرئتين وتساوي مجموع السعة الحيوية والحجم المتبقي (وهو حجم الهواء الذي لا يمكن إخراجها من الرئتين).

### السعة الحيوية (Vital capacity)

وهي أقصى كمية من الهواء يمكن إخراجها من الرئتين بعد أن يأخذ الفرد أعمق شهيق ممكن ، وتصل في المتوسط من ٤٨٠٠ - ٥٠٠٠ مليلتر ، وهي تتأثر بحجم القفص الصدري ، ولهذا نجد أن الأفراد ذوي الأجسام الضخمة يمتلكون في الغالب سعة حيوية كبيرة قد تصل إلى ٧ لترات أو تتجاوزها.

### السعة الشهيقية (Inspiratory capacity)

وهي أقصى كمية من الهواء يمكن إدخالها إلى الرئتين بعد الحد الزفيري لحجم التنفس ، أي أنها تساوي في الواقع مجموع حجمين هما حجم التنفس والحجم الشهيقية المدخر .

وتسمى جميع الأحجام التنفسية السابقة الذكر (حجم التنفس ، الحجم الزفيري المدخر ، الحجم الشهيقية المدخر) بالإضافة إلى السعة الحيوية بالوظائف الرئوية الساكنة (Static lung volumes) وذلك لتمييزها عما يسمى بالوظائف الحركية (Dynamic lung functions) . وعند قياس الوظائف الرئوية الحركية يتم التعرف ليس على كمية الهواء (كما في الوظائف الرئوية الساكنة) فحسب بل على معدل جريان الهواء ، ومن أمثلة ذلك :

### الحجم الزفيري القسري عند الثانية الأولى (FEV1)

وهو حجم الهواء الذي يمكن إخراجها من الرئتين في نهاية الثانية الأولى بعد أن يأخذ المفحوص أعمق شهيق ممكن ، وهو مؤشر جيد على قوة عضلات التنفس وسلامة الجهاز الرئوي من الأمراض التنفسية ، كما يمكن أيضا استخدام نسبة الحجم الزفيري القسري عند الثانية الأولى إلى السعة الحيوية القسرية (FEV1/FVC) .

### الحجم الزفيري القسري عند نهاية الثانية الثالثة (FEV3)

وهو حجم الهواء الذي يمكن إخراجها من الرئتين في نهاية الثانية الثالثة بعد أن يأخذ المفحوص أعمق شهيق ممكن ، وهو أيضا مؤشر جيد وأكثر دلالة من الحجم الزفيري القسري عند الثانية الأولى للكشف عن بعض الأمراض التنفسية . ويتم الحصول على هذين الحجمين السابقين بعمل مناورة السعة الحيوية القسرية (FVC) .

### الإمكانية التنفسية القصوى (Maximal Breathing Capacity)

ويتم معرفة هذه الإمكانية بعمل مناورة التنفس بأقصى شهيق وزفير ممكن لمدة ١٢ ثانية ثم تعديل هذه إلى دقيقة بضربها في الرقم ٥ ، وهنا نحصل على كمية الهواء التي يمكن استنشاقها وإخراجها من الرئتين بأقصى

سرعة في دقيقة واحدة . وتصل هذه الإمكانية في المتوسط إلى حوالي ١٤٠ لتر في الدقيقة ، وقد ترتفع إلى أكثر من ذلك بكثير لدى بعض الرياضيين ذوي الكفاءة العالية .

#### الأحجام الرئوية واختلافها بالضغط الجوي ودرجة الحرارة

من المعروف تبعاً لقوانين الغازات أن درجة الحرارة والضغط الجوي يؤثران على الحجم ، ولهذا فعند عمل اختبارات وظائف الرئتين يجب علينا أولاً أن نصحح أو نعدل الأحجام التي تم الحصول عليها باستخدام أجهزة قياس وظائف الرئتين (السيرومتر) إلى أحجام معيارية تأخذ في الاعتبار الضغط الجوي ودرجة حرارة الغرفة التي تم فيها الاختبار ودرجة تشبع هواء الغرفة ببخار الماء . ومن المعروف أن درجة حرارة الهواء في الرئتين هي درجة حرارة الجسم (أي ٣٧ درجة مئوية) ، وعند هذه الدرجة فإن ضغط بخار الماء وحده يكون ٤٧ ملمبترا زئبقيا . ولهذا يجب دائماً تصحيح الأحجام التي نحصل عليها من الجهاز مباشرة إلى أحجام معيارية تنسب إلى حجم الهواء عند ضغط ودرجة حرارة وتشبع الجسم (BTPS). والجدول رقم (١٠-١) يعطينا معامل التصحيح

جدول رقم (١٠-١): معامل التصحيح اللازم لتحويل أحجام الغازات من درجة حرارة الغرفة للشبمة ببخار الماء إلى درجة حرارة الجسم للشبمة ببخار الماء (٣٧°م). من ATPS إلى BTPS.

معامل التصحيح	درجة حرارة الغرفة
١,١٠٢	٢٠
١,٠٩٦	٢١
١,٠٩١	٢٢
١,٠٨٥	٢٣
١,٠٨٠	٢٤
١,٠٧٥	٢٥
١,٠٦٨	٢٦
١,٠٦٣	٢٧
١,٠٥٧	٢٨
١,٠٥١	٢٩
١,٠٤٥	٣٠
١,٠٣٩	٣١
١,٠٣٢	٣٢
١,٠٢٦	٣٣
١,٠٢٠	٣٤
١,٠١٤	٣٥
١,٠٠٧	٣٦
١,٠٠٠	٣٧

مباشرة ، فمثلا إذا كانت السعة الحيوية التي حصلنا عليها من الجهاز ٨, ٤ لتر وكانت درجة الحرارة ٢٤ درجة مئوية والضغط الجوي لا يختلف عن الضغط عند سطح البحر (٧٦٠ مم/ز) فإننا نضرب الناتج بالرقم ١, ٠٨٠ لتصبح السعة الحيوية عند (BTFS) تساوي ٥, ١٨٤ لتر ، وبهذا يمكن مقارنة الأفراد الذين تم اختبارهم عند درجات حرارة غرف مختلفة وفي ضغوط جوية مختلفة ، ويمكن استخدام المعادلة التالية عند قياس وظائف الرئتين في ضغوط جوية مختلفة كثيرا عن سطح البحر . (لزيد من التفاصيل يمكن الرجوع إلى ملحق رقم ٣) .

$$\text{الحجم (BTFS)} = \left( \frac{273 + \text{درجة حرارة الغرفة}}{273 + 37} \right) \times (\text{الضغط الجوي} - \text{ضغط بخار الماء عند درجة حرارة الغرفة}) \div \text{الضغط الجوي} - 47$$

### الفرض من التجربة

- ١ - التعرف على كيفية قياس الوظائف التنفسية .
- ٢ - التعرف على الفرق بين الوظائف التنفسية الساكنة والحركية .
- ٣ - التعرف على العلاقة بين الأحجام والسعات الرئوية .

### الأدوات المستخدمة

- جهاز قياس وظائف الرئتين الجاف (Dry Spirometer) من نوع (Vitalograph) .
- ماسك للأنف .

### الإجراءات

- ١ - يتم أولا تجهيز الجهاز ووضع ورق الرسم البياني الخاص به في المكان الصحيح مع التأكد من وضع رأس قلم الرسم على نقطة البداية ، ومؤشر حركة الاسطوانة على وضع السعة الحيوية الساكنة (VC) .
- ٢ - يوضع ماسك الأنف على أنف المفحوص بحيث لا يسمح بدخول أو خروج الهواء من الأنف .
- ٣ - توضع قطعة القم في خرطوم الجهاز ويمسك المفحوص بالخرطوم بيديه ثم يأخذ أكبر شهيق ممكن من الهواء الخارجي ثم يضع فمه في قطعة القم ويحكم إغلاقه ويخرج أكبر كمية من الهواء من رتيبه ويستمر في إخراج الهواء حتى آخر نفس ممكن . انظر الشكل رقم (١٠-٤) .
- ٤ - يتم بعد ذلك إبعاد خرطوم الجهاز عن الفم وإرجاع قلم الرسم إلى وضع البداية وقراءة الخط البياني على ورق الرسم والذي يشير إلى السعة الحيوية الساكنة .

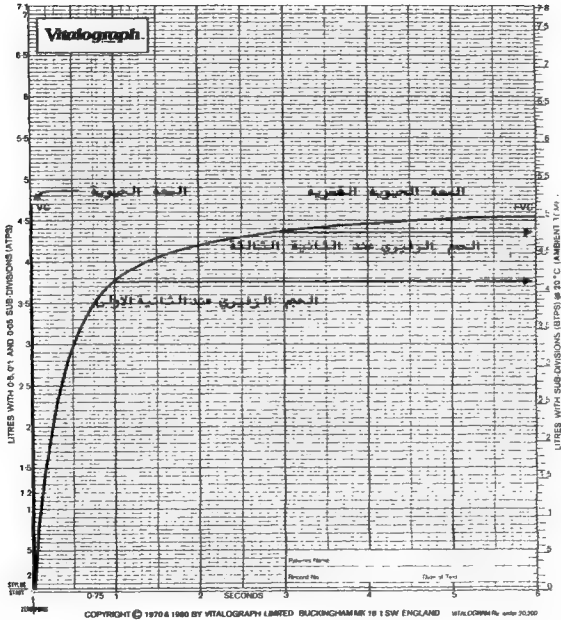




شكل رقم (١٠-٤): مفحوص يقوم بأداء مناوره لقياس الوظائف التنفية (الصورة من مختبر وظائف أعضاء الجهد البدني - قسم التربية البدنية - جامعة الملك سعود).

- ٥ - يتم بعد ذلك وضع مؤشر اسطوانة الجهاز في موضع قياس السعة الحيوية القسرية (FVC) .
- ٦ - يقوم للمفحوص بالخطوات السابقة نفسها في رقم (٣) ونحصل بعد ذلك على قراءة الخط البياني الدال على السعة الحيوية القسرية .
- ٧ - يتم إزالة ماسك الأنف من المفحوص وترمى قطعة الفم في سلة المهملات حتى لا تستخدم مرة أخرى حفاظا على سلامة المفحوصين .
- ٨ - تتم قراءة البيانات التالية من الرسم البياني كما هو موضح في الشكل رقم (١٠-٥) :

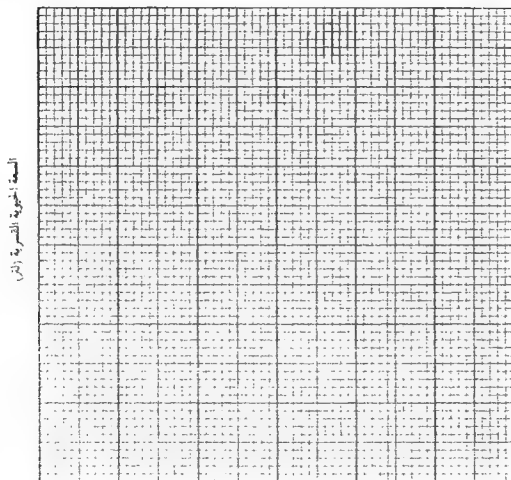
- أ ( السعة الحيوية الساكنة (VC) .
- ب ( السعة الحيوية القسرية (FVC) .
- جـ ( الحجم الزفيري القسري عند الثانية الأولى (FEV1) .
- د ( الحجم الزفيري القسري عند الثانية الثالثة (FEV3) .
- هـ ( الإمكانية التنفسية القصوى (MBC) ويتم تقديرها كالتالي :
- و ( سجل جميع البيانات السابقة في ورقة تسجيل البيانات في جدول رقم (١٠-٢) وحاول إيجاد العلاقات الموضحة على ورقتي الرسم البياني رقم (١٠-٦) ورقم (١٠-٧) .



شكل رقم (١٠-٥): يوضح كيفية قراءة الأحجام والسمات الرئوية (الأصل من شركة فيتالوجراف البريطانية)

جدول رقم (١٠-٧) : ورقة تسجيل البيانات : قياس الوظائف التنفسية

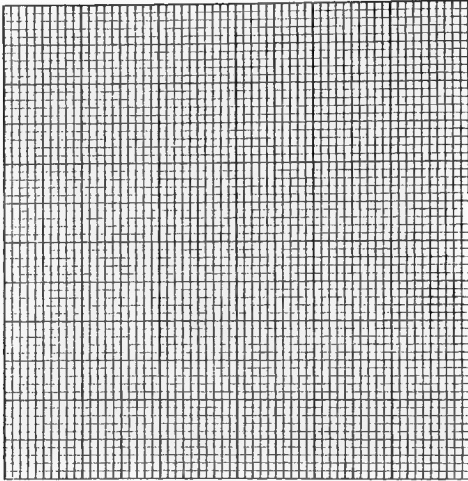
الاسم	السعة الحيوية الساکة (لتر)	السعة الحيوية القصرية FVC (لتر)	الحجم الزفيري الأقصى عند الثانية الأولى FEV1 (لتر)	الحجم الزفيري الأقصى عند الثانية الثالثة FEV3 (لتر)	الإمكانية التنفسية القصى MBC (لتر/ق)



الحجم الزفيري عند الثانية الأولى (FEV1)

شكل رقم (١٠-٦): دقة الرسم البياني: العلاقة بين السمة الحويّة القشرية والحجم الزفيري عند الثانية الأولى

السمة الحيوية القسرية (نفس)



الحجم الزفيري عن الثانية الثالثة (FEV3)

شكل رقم (٧-١٠): ورقة الرسم للياني: العلاقة بين السمة الحيوية القسرية والحجم الزفيري عند الثانية الثالثة.



## الجهاز العصبي - العضلي - الهيكل

اختبارات القوة العضلية والتحمل العضلي

- تجربة رقم (١١) قياس القوة العضلية والتحمل العضلي
- تجربة رقم (١٢) قياس القوة العضلية (٢)
- تجربة رقم (١٣) العلاقة بين القوة العضلية وحجم العضلة

اختبارات المرونة

- تجربة رقم (١٤) قياس المرونة (١)
- تجربة رقم (١٥) قياس المرونة (٢)

اختبارات القدرة اللاهوائية

- تجربة رقم (١٦) اختبار مارجرية للقدرة اللاهوائية
- تجربة رقم (١٧) اختبار كالامن للقدرة اللاهوائية
- تجربة رقم (١٨) اختبار القفز العمودي (سارجنت)
- تجربة رقم (١٩) اختبار الإمكانية اللاهوائية
- تجربة رقم (٢٠) وقت رد الفعل والحركة





## **اختبارات القوة العضلية والتحمل العضلي**

- الأساس النظري .
- تركيب النسيج العضلي الهيكلي .
- أنواع الانقباض العضلي .
- العوامل المؤثرة على القوة العضلية .
- آلية زيادة القوة العضلية
- التدريب البدني والقوة العضلية .



## الأساس النظري

عما لا شك فيه أن القوة العضلية هي إحدى العناصر المهمة في معظم (إن لم يكن جميع) الحركات والألعاب الرياضية المختلفة ، وبالتالي فمن الضروري التعرف على مفهومها وطرق قياسها مع معرفة كيفية تنميتها . لكن من الضروري أيضا أن نتعرف ولو باختصار على بعض المفاهيم النظرية الأساسية حول تركيب النسيج العضلي وأنواع الانقباض العضلي .

### تركيب النسيج العضلي الهيكلي (Skeletal Muscle)

يتكون النسيج العضلي أساسا من الخيوط العضلية (البروتينية) التي هي أساس الانقباض العضلي . ولإعطاء تفصيل أكثر فعندما ننحصر عضلة من العضلات ، ولتكن مثلا العضلة ذات الرأسين (biceps) نجد أنها تتكون من حزم عضلية وهذه الحزم العضلية تتكون من ألياف عضلية وتتكون الألياف العضلية من ليفات عضلية . وتكون الليفيات العضلية بدورها من الخيوط البروتينية أو الخيوط العضلية الدقيقة والغليظة أو ما يسمى بالأكتين والميوسين (Actin & Myosin) . ويحدث الانقباض العضلي في الواقع بحركة خيوط الميوسين نحو الأكتين مما يجعل العضلة تقلص فعلا . وتحتوي العضلة على المكونات التالية :

٧٥٪ ماء ، ٢٠٪ بروتين ، ٥٪ أملاح غير عضوية وتشمل فوسفات ، كالسيوم ، مغنيسيوم ، فوسفور ، أيونات الصوديوم ، والبوتاسيوم والكلوريد ، أنزيمات ، أحماض مثل حمض اللبنيك ، أصباغ (pigments) .

### أنواع الانقباض العضلي

ينقسم الانقباض العضلي إلى قسمين رئيسيين هما :

الانقباض العضلي الثابت (Isometric)

وهو انقباض عضلي بدون حركة حيث يحدث توتر للعضلة (Tension) ولكن لا يحدث تقلص أو استطالة

للمضلة وبالتالي لا يحدث حركة حيث تساوي القوة هنا المقاومة . ومن أمثلة هذا الانقباض دفع الحائط أو الضغط باليدين على بعضها البعض بدون حدوث حركة .

ولقد شاع استخدام هذا النوع من الانقباض في تدريبات القوة العضلية في الخمسينات والستينات الميلادية وخاصة في ألمانيا . ويمكن تطوير القوة العضلية بواسطة التدريبات العضلية الثابتة بالقدر نفسه الذي يتم فيه تطوير القوة العضلية بواسطة التدريبات العضلية المتحركة (مثل استخدام الأثقال) . ومن مميزات التدريبات العضلية الثابتة أنها لا تحتاج إلى أجهزة ويمكن عملها والفرد جالس في أي وقت، كما أن الانقباض العضلي الثابت يحدث توتراً عضلياً أقصى ، إلا أن من عيوب هذا النوع من الانقباض أنه لا يطور القوة العضلية على المدى الحركي الكامل (Range of motion) حيث إن القوة العضلية تتطور بشكل جيد على الزاوية التي تم فيها التمرين . ولهذا يجب تكرار الانقباض عند زوايا عديدة لتطوير القوة العضلية على المدى الحركي الكامل لذلك المفصل .

ومن عيوب هذا النوع من الانقباض أنه يؤدي إلى رفع ضغط الدم الشرياني مقارنة بالانقباض العضلي المتحرك ولهذا لا ينصح بمزاولة هذا النوع من التدريب للأفراد الذين لديهم ارتفاع ملحوظ في الضغط (وبخاصة كبار السن) .

#### الانقباض العضلي المتحرك (Isotonic)

وهو انقباض عضلي متحرك كما يسوحي الاسم ويتج عنه شغل حيث يتم تقلص أو استطالة العضلة المنقبضة ، وهو ينقسم إلى قسمين :

##### ● الانقباض العضلي المتحرك للموجب (Concentric)

ويحدث فيه توتر للعضلة ثم تقلص وبالتالي حركة للمفصل وفيه تكون القوة أكبر من المقاومة . ومثاله التدريبات العضلية باستخدام الأثقال عندما يتمكن الفرد من التغلب على الثقل .

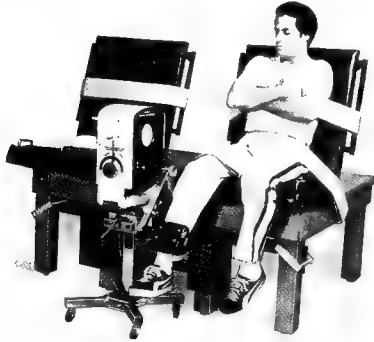
##### ● الانقباض العضلي المتحرك السالب (Eccentric)

ويحدث توتر للعضلة ثم استطالة ، وبالتالي حركة للمفصل ، وفيه تكون القوة أصغر من المقاومة . ومن أمثلة هذا النوع من الانقباض نزول الدرج حيث تكون العضلات الفخذية الأمامية تقاوم وزن الجسم وتقوم بانقباض عضلي متحرك سالب . ويتضح إذن من هذا النوع من الانقباض أنه انقباض عضلي معاكس للانقباض العضلي الموجب الذي نلاحظه في معظم الحركات الرياضية المعتادة .

وبصورة عامة ، يتميز الانقباض العضلي المتحرك (الموجب والسالب) بإمكانية عمل التدريبات العضلية بسرعات مختلفة مما يطور السرعة وكذلك التحمل . ومن مميزاته أنه يطور القوة العضلية على المدى الحركي الكامل

(وإن اختلف مقدار التطوير) . ومن مميزات هذا النوع من التدريب شعور المتدرب بالإنجاز مما يساعد على تحفيزه على التدريب المتواصل . أما عيوب ذلك النوع من الانقباض العضلي ، فتتمثل في أن تطوير القوة العضلية لا يتم بشكل متساوٍ على جميع الزوايا وذلك لأن المقاومة تتغير بتغير زاوية عزم التدوير فتصبح المقاومة عالية عند الزاوية الأضعف ومنخفضة عند الزاوية الأقوى . ومن عيوب الانقباض العضلي المتحرك السالب أنه يزيد من الألم العضلي (وهو ذلك الألم الذي يشعر به الممارس بعد حوالي ٢٤ ساعة من التدريب) .

والجدير بالذكر أنه في الآونة الأخيرة ظهرت بعض الأجهزة التي تجمع بين مزايا الانقباض العضلي الثابت والمتحرك وهي ما تسمى بأجهزة التدريب المتحرك الثابت (المساوي التوتر) (Isokinetics) - انظر الشكل رقم (١١-١) - حيث يتم التحكم بسرعة حركة المفصل من قبل الجهاز على سرعات متفاوتة ، مما يضمن توتراً عالياً عند جميع زوايا عزم التدوير ، وتتلخص فكرتها في أن الجهاز يولد مقاومة تتناسب مع القوة التي يظهرها الفرد تبعاً لزاوية عزم التدوير .



شكل رقم (١١-١): أحد أجهزة التدريب المتحرك الثابت Isokinetics (من شركة سايكس Cybex)

### العوامل المؤثرة على القوة العضلية

هناك العديد من العوامل التي قد تؤثر على القوة العضلية ، وعليه يجب أخذها في الاعتبار عند تفسير نتائج الاختبارات ، ومن أهم تلك العوامل ما يلي :

## ١ - حجم العضلات

تشير البحوث العلمية إلى وجود علاقة طردية بين القوة العضلية ومساحة المقطع العرضي للعضلة ، وعلى ذلك فإن الأفراد ذوي العضلات الضخمة غالباً ما يكونون أكثر قوة عضلية من الأفراد ذوي العضلات الأصغر حجماً ، على أنه يجب التنويه إلى أن هذه العلاقة ليست كاملة مائة بالمائة حيث إن القوة العضلية تتحدد أيضاً بالإضافة إلى مساحة سطح العضلة بالألياف العصبية المتصلة بالعضلة .

## ٢ - كتلة الجسم

توجد علاقة قوية نسبياً بين كتلة الجسم (وزن الجسم) والقوة العضلية الكلية (المطلقة) ، وهذه العلاقة مبنية على أن الوزن الزائد للجسم هو زيادة في وزن العضلات وليس في وزن الشحوم . وقد تظهر هذه الملاحظة جلياً في مسابقات رفع الأثقال بشكل عام حيث نجد أن رافعي الأثقال الكبيرة هم غالباً من ذوي الأوزان الكبيرة ، وتشير دراسة أجريت على مجموعة من رياضي رفع الأثقال في دورة مونترéal الأولمبية عام ١٩٧٦م إلى أن معامل الارتباط بين الوزن والقدرة (ability) الكلية على رفع الأثقال هي ٠,٩٩ ، وهو معامل ارتباط عال جداً .

## ٣ - نوع الألياف العضلية

تتكون الألياف العضلية في جسم الإنسان من مزيج من نوعين رئيسيين يتميز كل منهما بخصائص انقباضية مغايرة إلى حد ما للأخرى ، ويسمى النوع الأول بالألياف العضلية البطيئة الخلدجة (ST) ويتميز بانقباض بطيء وقوة منخفضة وقدرة على مقاومة التعب . أما النوع الثاني فيسمى بالألياف العضلية السريعة الخلدجة (FT) وتتميز هذه الألياف بانقباض قوي وسريع ولكنها تعتبر قابلة للتعب . ولهذا نجد أن هنالك علاقة طردية قوية إلى حد ما بين نسبة الألياف السريعة الخلدجة والقوة العضلية .

## ٤ - التوصيل العصبي

يعتمد الانقباض العضلي الإرادي ليس فقط على مساحة سطح العضلة ونوع الألياف كما ذكرنا ، بل على قدرة التنبيه العصبي للقادم إلى تلك العضلات أيضاً ، ومن المعروف أن التدريب البدني يساعد على زيادة الإثارة العصبية للوحدة الحركية (الوحدة الحركية - Motor unit - هي العصب الحركي والألياف العضلية المتصلة به) . بل إن التدريب البدني يساعد على زيادة توظيف وتوافق الألياف العضلية .

## ٥ - العمر

تتخفف القوة العضلية مع التقدم في العمر حيث يعتقد أن القوة العضلية عند سن ٦٠ تكون حوالي ٨٠٪ منها عند سن العشرين .

## آلية زيادة القوة العضلية

تتم زيادة القوة العضلية من خلال إحدى الآليتين التاليتين أو كليتهما معا :

- توظيف عدد أكبر من الوحدات الحركية (ويعني ذلك توظيف عدد أكبر من الأعصاب الحركية والألياف العضلية المتصلة بها) .
- زيادة عدد مرات التنبيه العصبي إلى الوحدة الحركية العاملة .

## التدريب البدني والقوة العضلية

هنالك العديد من الشواهد التي تشير إلى أن القوة العضلية يمكن تطويرها عن طريق تدريبات القوة العضلية ، حيث يحدث تكيف للعضلة وللجهاز العصبي أيضا نتيجة للتدريب البدني . ومن الجدير بالتنويه ضرورة أن نأخذ في الاعتبار الأسس العلمية في تطوير القوة العضلية والمبنية على قاعدة التدرج (progression) والتحميل الزائد أو زيادة العبء (over load) . ومن المهم أيضا أن تكون تدريبات القوة العضلية ذات علاقة وطيدة بالعضلات المرتبطة بأداء اللاعب في المسابقة وتحاكي قدر الإمكان ما يحدث أثناء الحركات الاعتيادية للاعب في تلك المسابقة .

ومن الجدير بالإشارة أن زيادة العبء على العضلات العاملة عن طريق استخدام مقاومة عالية (أثقال كبيرة) وتكرار منخفض تؤدي إلى تضخم العضلات عن طريق زيادة بناء البروتين داخل العضلات ، ويوضح الجدول رقم (١١-١) كيفية تطوير القوة العضلية والتحمل العضلي عن طريق نظامين مختلفين من التدريب .

جدول رقم (١١-١) : كيفية تطوير القوة العضلية والتحمل العضلي

المسئف	التكرار الأقصى (RM)	الجرعة (No. of set)
تطوير القوة العضلية	١ - ٣	٦ - ٨
تطوير التحمل العضلي	١٢ - ٢٠	٣ - ٤

\* يقصد بالتكرار الأقصى لمرة واحدة مثلاً قدرة الفرد على رفع التثقل مرة واحدة فقط . . . وهكذا .  
(المصدر : Oshea 1976)





## تجربة رقم (١١)

### قياس القوة العضلية والتحمل العضلي

- الغرض من التجربة
- الأدوات المستخدمة
- الإجراءات



## الفرض من التجربة

- ١- معرفة كيفية قياس القوة العضلية لليدين بمثلة بقوة القبضة .
- ٢- معرفة كيفية قياس القوة العضلية للفخذين .
- ٣- التعرف على العلاقة بين القوة العضلية والتحمل العضلي .

## الأدوات المستخدمة

- جهاز قياس قوة القبضة (ديناموميتر القبضة Grip Dynamometer) .
- جهاز قياس قوة عضلات الفخذين (Leg Dynamometer) .
- ساعة توقيت .

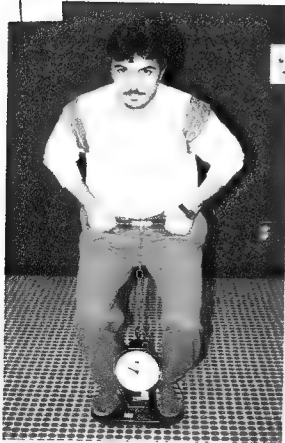
## الإجراءات

١ - حدد القوة العضلية للقبضة باستخدام مقياس قوة القبضة وذلك بالضغط على المقبض بأقصى قوة ممكنة مع إبقاء اليد معتمدة بعيدا عن الجسم (كما في الشكل رقم ١١-٢) .

٢ - حدد القوة العضلية لعضلات الفخذين باستخدام مقياس قوة عضلات الفخذين وذلك بوضع المقبض بين يديك ومحاولة رفعه إلى أعلى باستخدام عضلات الفخذين فقط مع ملاحظة أن يكون المقبض ملاصقا لمفصل الورك من الأمام ويكون مفصل الركبة في حالة انثناء بزاوية مقدارها ٩٠ درجة تقريبا، مع بقاء الظهر مستقيما كما في الشكل رقم (١١-٣) . (حاول ألا تشرك عضلات الظهر أو اليدين) .

٣ - لقياس التحمل العضلي سنستخدم مقياس قوة القبضة وذلك باختيار نسب معينة من القوة العضلية الكلية (المطلقة) مع محاولة الإبقاء عليها أطول فترة ممكنة عن طريق ملاحظة قراءة الجهاز، وبمجرد انخفاض

شكل رقم (١١-٧): يوضح كيفية قياس قوة القبضة باستخدام مقياس قوة القبضة (الصورة من مختبر وظائف أعضاء الجهد البدني - قسم التربية البدنية - جامعة الملك سعود).



شكل رقم (١١-٣): يوضح كيفية قياس قوة عضلات الفخذين باستخدام مقياس قوة عضلات الفخذين (الصورة من مختبر وظائف أعضاء الجهد البدني - قسم التربية البدنية - جامعة الملك سعود).

المؤشر إلى أقل من الرقم المحدد مسبقاً توقف الساعة ويحسب الزمن . وستكون النسب التي سيحاول المقصود الإبقاء عليها أطول فترة زمنية ممكنة على النحو التالي :

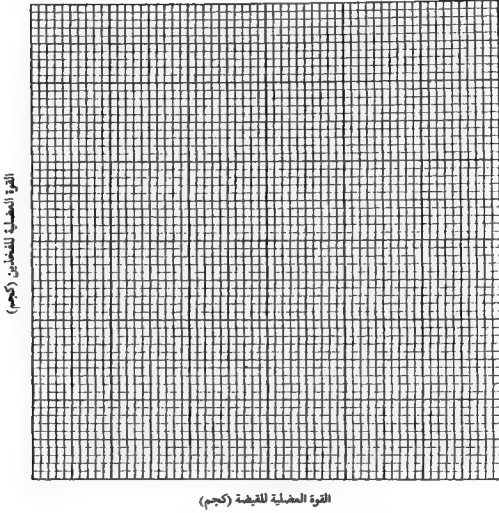
- أ ) مرة عند نسبة ٥٠٪ من القوة الكلية (المطلقة) .  
 ب ) مرة أخرى عند نسبة ٧٥٪ من القوة الكلية (المطلقة) .  
 ٤ - تسجيل البيانات في ورقة التسجيل في جدول رقم (١١-٢) .

٥ - أوجد العلاقة بين قوة القبضة وقوة عضلات الفخذين وكذلك بين القوة المضلية للقبضة والتحمل المضلي (بالزمن) وارسمهما مستخدماً ورقة الرسم البياني شكل رقم (١١-٤) ، وشكل رقم (١١-٥) .

٦ - هل هنالك علاقة بين القوة المضلية والوزن ؟

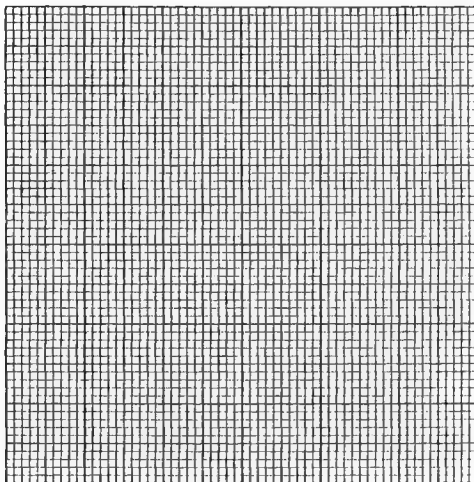
جدول رقم (١١-٢) : ورقة تسجيل البيانات : القوة العضلية والتحمل العضلي .

الاسم	القوة العضلية للقبضة (كجم)	القوة العضلية للفتخلين (كجم)	التحمل العضلي للقبضة (ث)



شكل رقم (١١ - ٤): ورقة الرسم البياني: العلاقة بين القوة المضغية للقبضة والقوة المضغية للفخطين.

التحمل العضلي (ث)



القوة العضلية للقبضة (كجم)

شكل رقم (١١ - ٥): ورقة الرسم البياني: العلاقة بين القوة العضلية للقبضة والتحمل العضلي.



### قياس القوة العضلية (٢)

- الغرض من التجربة
- الأدوات المستخدمة
- الإجراءات



## الفرض من التجربة

- ١- معرفة كيفية قياس القوة العضلية للعضلة العضدية ذات الرأسين .
- ٢- معرفة كيفية قياس القوة العضلية للعضلة العضدية ذات الرؤوس الثلاثة .
- ٣- معرفة كيفية قياس القوة العضلية لعضلات الفخذ الأمامية .
- ٤- معرفة كيفية قياس القوة العضلية لعضلات الفخذ الخلفية .
- ٥- التعرف على العلاقة بين العضلات القابضة والباسطة (Agonists & Antagonists) .

## الأدوات المستخدمة

- جهاز قياس القوة العضلية .
- كيليل شد Tensiometer
- طاولة خشبية (معدة لهذا الغرض) .
- أربطة لليد وللساعد .
- منقلة لقياس الزوايا .

## الإجراءات

١- يتم قياس قوة العضلة ذات الرأسين بواسطة وضع الرباط على المعصم ثم يأخذ المفحوص الوضع الملائم (انظر الشكل رقم ١٢-١) مستلقيا على ظهره، ويكون المرفق ملامسا للطاولة مع وضع زاوية مفصل الذراع (المرفق) بين ١١٠ - ١٢٠ درجة .

٢- يتم تثبيت طرف كيليل الشد بالرباط المحيط بمعصم اليد وطرفه الآخر بجهاز قياس القوة .



شكل رقم (١٢-١): قياس قوة العضلة ذات الرأسين باستخدام كيبل الشد وطاولة معدة لهذا الغرض، (الصورة من مختبر وظائف أعضاء الجهد البدني - قسم التربية البدنية - جامعة الملك سعود).

٣- يبدأ المفحوص بشد (سحب) الكيبل بأقصى قوة ممكنة وتسجل أعلى قراءة للجهاز بعد ذلك .

٤- يتم قياس قوة العضلة ذات الرؤوس الثلاثة بالطريقة السابقة نفسها ولكن يكون الشد بصورة معاكسة مع الإبقاء على زاوية مفصل الذراع نفسها عند ١١٠ - ١٢٠ درجة .

٥- لقياس قوة عضلات الفخذ الأمامية يجلس المفحوص على طرف الطاولة وتكون ساقه في وضع متدل، ويثبت رباط القدم في أسفل الساق عند الكاحل بشكل محكم ثم يوصل كيبل الشد بالرباط والطرف الآخر بجهاز قياس القوة العضلية، كما هو موضح بالشكل رقم (١٢-٢)، على أن تكون زاوية مفصل الركبة عند ١١٠ درجة .

٦- يقوم المفحوص بعد ذلك بشد الكيبل بأقصى قوة ممكنة وتسجل أعلى قراءة ، مع ملاحظة أن يتم الضغط على فخذ المفحوص من الجهة البعيدة عن الركبة حتى لا يستخدم عضلات أخرى في عملية القياس .

٧- لقياس عضلات الفخذ الخلفية يستلقي المفحوص على البطن رافعا ساقه بحيث تكون زاوية مفصل الركبة عند حوالي ١٥٠ درجة ويتم تثبيت الرباط حول أسفل الساق بشكل محكم ثم يوصل كيبل الشد بالرباط من طرف ويجهاز القوة من الطرف الآخر (انظر الشكل رقم ١٢ - ٣) .



شكل رقم (١٢ - ٢): قياس قوة عضلات الفخذ الأمامية مع ملاحظة ضبط زاوية مفصل الركبة عند ١١٠ درجة (الصورة من مختبر وظائف أعضاء الجهد البدني - قسم التربية البدنية - جامعة الملك سعود).



شكل رقم (١٢ - ٣): قياس قوة عضلات الفخذ الخلفية مع ملاحظة ضبط زاوية مفصل الركبة عند ١٥٠ درجة. (الصورة من مختبر وظائف أعضاء الجهد البدني - قسم التربية البدنية - جامعة الملك سعود).

٨- يقوم المفحوص بشد الكيل بأقصى قوة ممكنة وتسجل أعلى قراءة ، مع محاولة الإبقاء على وضع المفحوص ثابتاً ما أمكن وذلك بالضغط على عضلات الإلية .

٩- تسجيل جميع البيانات بعد ذلك في ورقة تسجيل البيانات في جدول رقم (١٢-١) .

١٠- أوجد العلاقة بين قوة العضلة ذات الرأسين وذات الرؤوس الثلاثة ، وكذلك بين قوة عضلات الفخذ الأمامية والخلفية مستخدماً الرسوم البيانية في ورقة الرسم البياني بالشكل رقم (١٢-٤)، والشكل (١٢-٥) .

١١- حاول إيجاد قوة عضلات الفخذين الأمامية والخلفية لكل كجم من وزن الجسم (بقسمة القوة العضلية للفخذين على وزن الجسم) .

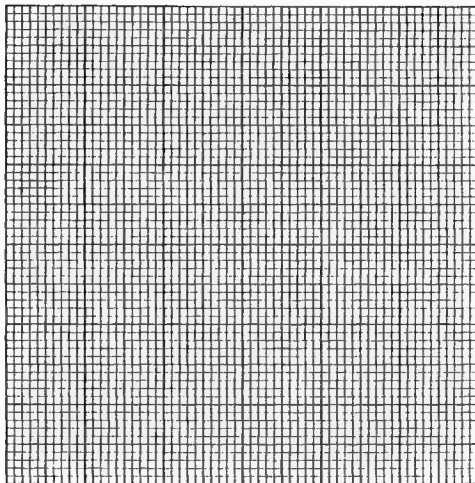
١٢- يمكن تكرار التجربة لكل من عضلات الذراعين والفخذين مع تغيير زاوية الشد ، والمعروف أن القوة العضلية تتغير مع تغيير زاوية الشد حيث إن هناك زاوية شد مثالية تكون عندها القوة العضلية أكبر ما يمكن نتيجة لزاوية عزم التنوير ، ولهذا يمكن تكرار التجربة مع تغيير زوايا الشد على النحو التالي : ٤٠° ، ٦٠° ، ٨٠° ، ١٠٠° ، ١٢٠° ، ١٤٠° ، ١٦٠° ، وتسجيل البيانات في ورقة التسجيل في جدول رقم (١٢-٢) .

ملاحظة: تشير الأبحاث العلمية إلى أن ضعف العضلات القابضة للساق (عضلات الفخذ الخلفية) مقارنة بالعضلات الباسطة للساق (عضلات الفخذ الأمامية) يساعد على إصابة مفصل الركبة ، ولهذا يجب على اللاعب أن يحرص على تقوية عضلات الفخذ الخلفية ليقابل الفجوة بين القوة العضلية للعضلات الخلفية والأمامية للفخذ .

جدول رقم (١٢-١): ورقة تسجيل البيانات : القوة العضلية (٢).

الاسم	قوة العضلة ذات الرأسين (كجم)	قوة العضلة ذات الرأس الثلاثة (كجم)	نسبة ذات الرؤوس الثلاثة إلى ذات الرأسين (%)	قوة عضلات الفتخذ الأمامية (كجم)	قوة عضلات الفتخذ الخلفية (كجم)	نسبة قوة عضلات الفتخذ الخلفية إلى الأمامية (%)

قوة العضلة ذات الرأسين (كجم)

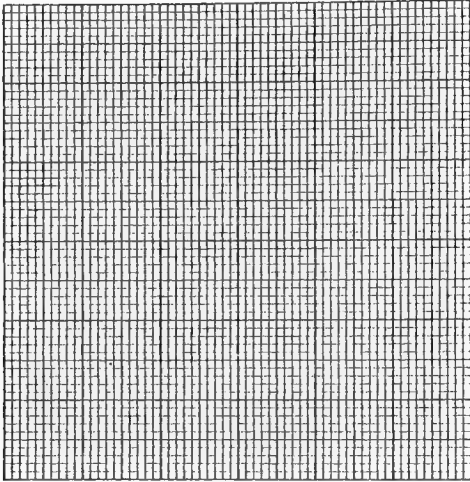


قوة العضلة ذات الرؤوس الثلاثة (كجم)

شكل رقم (١٢-٤): ورقة الرسم البياني: العلاقة بين قوة العضلة ذات الرأسين وقوة العضلة ذات الرؤوس الثلاثة.



قوة عضلات الفخذ الخلفية (كجم)



قوة عضلات الفخذ الأمامية (كجم)

شكل رقم (١٢ - ٥): ورقة الرسم البياني: العلاقة بين قوة عضلات الفخذ الأمامية والخلفية.

جدول رقم (١٢-٧): ورقة تسجيل البيانات : تأثير زاوية المفصل على القوة العضلية.

القوة العضلية عند زاوية المفصل							الاسم
°١٦٠	°١٤٠	°١٢٠	°١٠٠	°٨٠	°٦٠	°٤٠	

## تجربة رقم (١٣)

### العلاقة بين القوة العضلية وحجم العضلة

- الفرض من التجربة
- الأدوات المستخدمة
- الإجراءات



## الغرض من التجربة

- ١- معرفة العلاقة بين القوة العضلية وحجم العضلات العلوية من الجسم .
- ٢- معرفة العلاقة بين القوة العضلية وحجم العضلات السفلية من الجسم .

## الأدوات المستخدمة

- جهاز ديناموميتر القبضة .
- جهاز لقياس قوة العضلات العضدية (ذات الرأسين وذات الرؤوس الثلاثة) .
- كيبيل شد مع جهاز قياس القوة كما في التجربة السابقة .
- شريط قياس لقياس محيط العضلات .

## الإجراءات

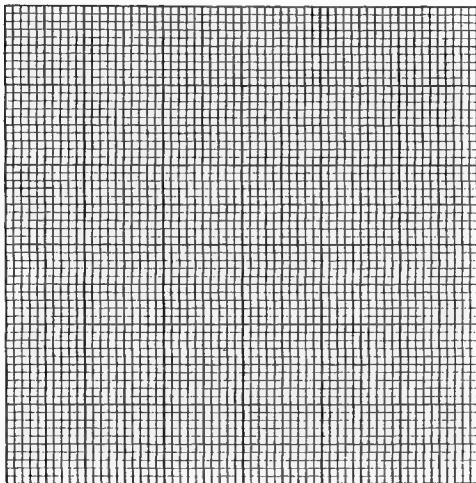
سيتم التعبير عن حجم العضلات بصورة غير مباشرة من خلال قياس محيطها ، ولذا سنحاول إيجاد العلاقة بين كل من قوة القبضة ومحيط الساعد وكذلك العلاقة بين متوسط قوة العضلة ذات الرأسين وذات الرؤوس الثلاثة ومحيط العضد ، وكذلك بين متوسط قوة عضلات الفخذين الأمامية والخلفية ومحيط الفخذ ، وذلك على النحو التالي :

- ١- يتم قياس أكبر محيط للساعد بواسطة شريط القياس .
- ٢- يتم قياس أكبر محيط للعضد والعضلات في حالة ارتخاء اليد ومدودة إلى أسفل .
- ٣- يتم قياس محيط الفخذ من موقع منتصف المسافة بين الورك والركبة .
- ٤- يتم بعد ذلك قياس قوة عضلات القبضة كما في التجربة رقم (١١) ، ويعطى المقحوص محاولتين تسجل أفضلهما .

- ٥- يتم قياس قوة العضلة ذات الرأسين والعضلة ذات الرؤوس الثلاثة كما في التجربة رقم (١٢) ويؤخذ متوسطها كمؤشر لقوة عضلات العضد .
- ٦- يتم قياس قوة عضلات الفخذين الأمامية والخلفية كما في التجربة رقم (١٢) ويؤخذ متوسطها كمؤشر لقوة عضلات الفخذين .
- ٧- يتم تسجيل البيانات في ورقة تسجيل البيانات في جدول رقم (١٣-١) .
- ٨- يتم تمثيل البيانات على ورق الرسم البياني في الأشكال (١٣-١) و (١٣-٢) و (١٣-٣) .
- ٩- يمكن قياس سمك الجلد عند العضلة ذات الرأسين والعضلة ذات الرؤوس الثلاثة وكذلك عند الفخذ وتحديد نسبة الشحوم ( كما في الجزء الرابع من هذا الكتاب) وأخذ ذلك في الاعتبار عند إجراء العلاقات المذكورة .



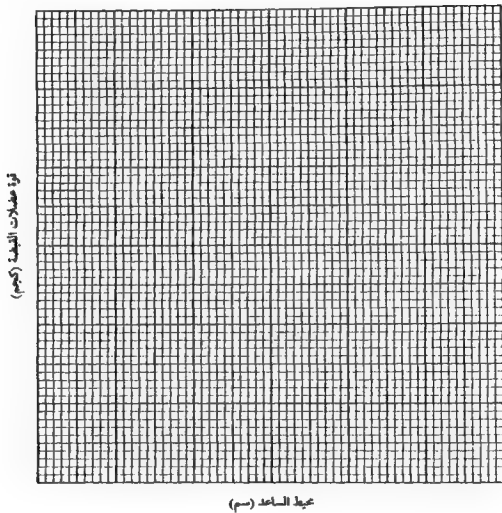
متوسط قوة عضلات العضد (كجم)



محيط العضد (سم)

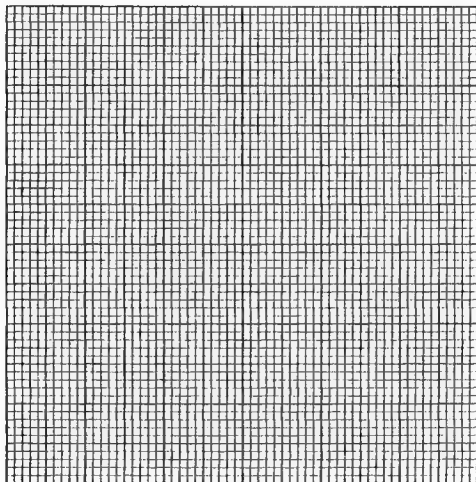
شكل رقم (١٣-١) : ورقة الرسم البياني : العلاقة بين قوة عضلات العضد ومحيطه.





شكل رقم (١٣-٢) : ورقة الرسم البياني : العلاقة بين قوة عضلات التينة وعريط الساعد.

قوة عضلات الفخذ (كجم)



محيط الفخذ (سم)

شكل رقم (١٣-٣) : ورقة الرسم البياني : العلاقة بين قوة عضلات الفخذ ومحيطه.

## **اختبارات المرونة**

- مقدمة
- العوامل المؤثرة على المرونة
- وسائل تنمية المرونة
- كيفية قياس المرونة



## مقدمة

يمكن تعريف المرونة (Flexibility) على أنها المدى الحركي عند مفصل (كمفصل الورك مثلاً) أو مجموعة من المفاصل (كمفصل العمود الفقري) . وتعتبر المرونة عنصراً مهماً للأداء المتميز في الكثير من الألعاب الرياضية ، بل إن الاعتقاد السائد هو أن نقص المرونة في بعض الحالات قد يؤدي إلى تهيئة اللاعب أو الممارس للإصابة ، على الرغم من عدم وجود دراسات علمية تثبت هذا الاعتقاد بالتجربة المباشرة . ومن الجدير بالإشارة هنا أن اختبارات المرونة تعتبر ذات طابع تخصصي تبعاً للمفصل أو المفاصل التي يوظفها ذلك الاختبار، فمرونة مفاصل العمود الفقري مثلاً يعبر عنها الاختبار الذي يقيس مرونة منطقة العمود الفقري فقط ، وهكذا .

ويمكن تقسيم المرونة إلى مرونة ساكنة (Static flexibility) ومرونة حركية (Dynamic flexibility) وتعني المرونة الساكنة المدى الحركي عند مفصل أو مجموعة من المفاصل ، بينما المرونة الحركية تعني ببساطة مرونة الحركة أو مقدار سهولة ويسر الحركة حول المفصل وليس المدى الحركي أو بمعنى آخر مقدار مقاومة الحركة . وعلى الرغم من محاولات الفصل بين المرونة الساكنة والمرونة المتحركة إلا أن التعارف عليه هو ما يشير إلى المرونة الساكنة لعدم وجود تعريف واضح ومقبول للمرونة المتحركة .

## العوامل المؤثرة على المرونة

هناك بعض العوامل التي تحد من مرونة المفصل ، منها تركيب المفصل حيث إن مفاصل الجسم يختلف بعضها عن بعض ، فمثلاً مفصل الورك يختلف في تركيبه عن مفصل الركبة أو مفاصل العمود الفقري . ويعد أيضاً من مرونة المفصل ما يحيط به من أنسجة كالعضلات والأوتار والأربطة والأحزمة والجلد حيث إن تلك الأنسجة (الرخوة) تلعب دوراً مهماً في كونها قابلة للاستطالة وبالتالي تزيد مرونة ذلك المفصل .

وتؤثر عوامل كالعمر والجنس ونمط الجسم والتدريب البدني على مقدار المرونة لدى الفرد . ويتفق العديد من المختصين على أن الأسلوب أو النمط الحركي المتأد لدى الأفراد قد يكون من أهم العوامل السابقة الذكر .

ويدلل على ذلك ما للجلسة العربية المعتادة في المجتمع السعودي من تأثير على مرونة مفصلي الوركين . ومن العوامل الأخرى المؤثرة على قياس المرونة أيضا الإحماء وكذلك درجة الحرارة الخارجية مما يجعل العديد من المختصين يطالب بضبط مقلد الإحماء ودرجة الحرارة الخارجية عند عمل اختبارات المرونة للأفراد .

أما المرونة الحركية فتأثر بالعديد من العوامل أهمها مطاطية (Elasticity) ولدونة (Plasticity) المفصل ودرجة أقل بعوامل مثل القصور الذاتي (Inertia) والإحتكاك (Friction) .

## وسائل تنمية المرونة

هناك ثلاث طرق رئيسة لتنمية المرونة وهي :

١- تمرينات الاستطالة الساكنة Static stretching

٢- تمرينات الاستطالة الحركية Dynamic stretching

٣- التسهيل التقبلي الذاتي للجهاز العصبي العضلي (PNF) Proprioceptive Neuromuscular Facilitation

حيث يتم في الطريقة الأولى وهي الاستطالة الساكنة عمل استطالة للعضلات والأربطة المحيطة بالمفصل بشكل بطيء جدا ثم المحافظة على وضع الاستطالة لفترة قصيرة ومن ثم الرجوع إلى الوضع الابتدائي . وتتميز هذه الطريقة بعدم تعريضها للمفصل للإصابة كما يحدث في الطريقة الثانية وهي الاستطالة الحركية حيث يتم عمل استطالة للعضلات والأربطة المحيطة بالمفصل بقوة دافعة كالمرجحة مثلا مما يعرض المفصل للإصابة . وتشير الدراسات العلمية إلى أنه لا يوجد فرق واضح في اكتساب المرونة نتيجة لاستخدام أي من الطريقتين السابقتين . أما الطريقة الثالثة ، وهي تمرينات الاستطالة عن طريق التسهيل التقبلي الذاتي للجهاز العصبي العضلي فتتم عن طريق عمل تمرين استطالة ساكنة أولا ثم محاولة إحداث انقباض عضلي ثابت للعضلات المراد استطالتها (عن طريق مقاومة خارجية كزميل مثلا) ثم السماح لتلك العضلات بالارتخاء وإحداث انقباض عضلي للعضلات المضادة (Antagonist) .

## كيفية قياس المرونة

هنالك العديد من الاختبارات الموجودة بغرض قياس المرونة ، على أنه يمكن تقسيمها إلى قسمين

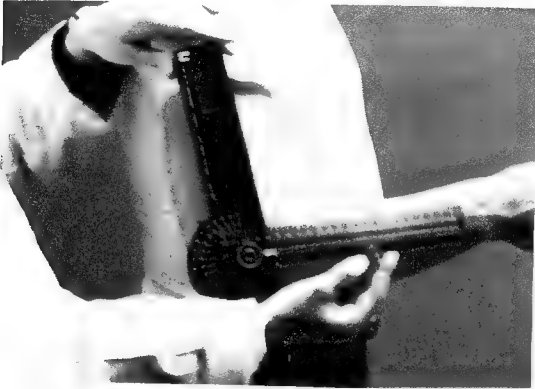
رئيسين:

● قياسات مباشرة .

● قياسات غير مباشرة .

## القياسات المباشرة

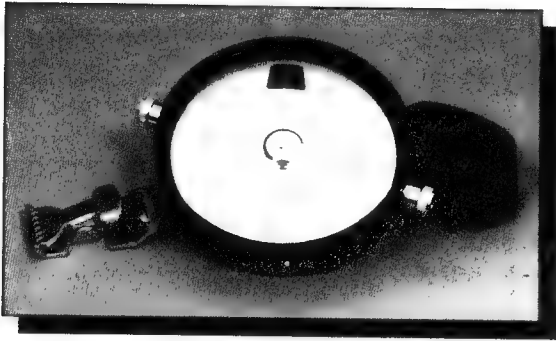
من أهم القياسات المباشرة للمرونة ما يسمى بقياس زاوية المفصل أو (Goniometer) كما هو موضح في الشكل رقم (١٤-١) وهو جهاز يشبه المنقلة الخاصة بقياس الزوايا ولكن بذراعين متحركين ، ويتم وضع المقياس على محور دوران المفصل . وذراع المقياس على طول محور المعظم الأطول ومن ثم قياس الدرجة التي تمثل درجة المرونة في هذه الحالة .



شكل رقم (١٤-١): مقياس زاوية المفصل (Goniometer) (من شركة لافيت الأمريكية (Lafayette)).

. ويتعرض هذا الجهاز في الوقت الحاضر لنقد شديد نظرا لعدم ثباته كمقياس للمرونة ولصعوبة تحديد محور الحركة وخاصة للمفصل ذي الحركة المركبة (Complex motion) .

بالإضافة إلى الجهاز السابق يوجد أيضا جهاز آخر لقياس المرونة مباشرة ويسمى مقياس المرونة أو (Flexometer) ومن أشهرها لايتون (Leighton Flexometer) ، كما هو موضح في الشكل رقم (١٤-٢) ، والذي يتكون من إبرة جاذبية كبيرة البوصلة ، ولكنها تشير دائما إلى اتجاه الجاذبية حيث يمثل ذلك وضع البداية ، ويتم الحصول على مقدار المرونة بالدرجات ويمكن باستخدام مقياس لايتون للمرونة عمل مجموعة قياسات لمرونة عدة مفاصل من الجسم وتحديد الدرجة المتوسطة التي تمثل المرونة العامة للفرد .



شكل رقم (١٤-٢) : مقياس المرونة (Leighton Flexometer).

#### القياسات غير المباشرة

يتوافر العديد من الاختبارات السهلة غير المباشرة للمرونة والتي تعتمد على قياس المسافة بين أجزاء تشريحية في الجسم، ومن أكثر تلك الاختبارات شيوعاً صندوق المرونة لقياس مرونة عضلات الفخذين الخلفية وأسفل الظهر، وسوف نستعرض لاحقاً وصفاً لبعض التجارب في هذا الشأن.



### قياس المرونة (١)

- الغرض من التجربة
- الأدوات المستخدمة
- الإجراءات



## الغرض من التجربة

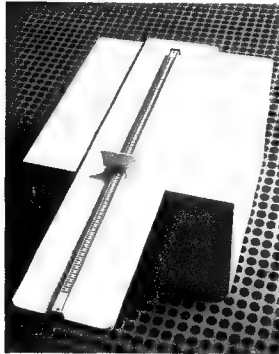
التعرف على كيفية قياس مرونة عضلات أسفل الظهر وعضلات الفخذين الخلفية .

## الأدوات المستخدمة

صندوق مرونة (وهو يتكون من صندوق خشبي مربع طول ضلعه ٤٠ سم ومثبت فوق سطحه العلوي مسطرة مدرجة بالسنتيمتر لا تقل عن ٨٠ سم) ويكون جزء من المسطرة بارزا إلى الأمام بمقدار ٤٠ سم . أنظر الشكل رقم (١٤-٣) .

## الإجراءات

- ١- يستحسن منعا لتأثير الإحماء والحرارة الخارجية على المرونة عمل تمرينات الإحماء والاستطالة أولا قبل القياس وإجراء الاختبار في جو معتدل الحرارة .
- ٢- على المفحوص خلع حذاءه ثم الجلوس على الأرض مقابل الجهة الأمامية للصندوق ويكون باطنا القدمين ملاصقين للصندوق تماما والساقان ممتدتين (انظر الشكل رقم ١٤-٤) .
- ٣- يبدأ المفحوص بمد يديه بصورة مقاربة ودفع القطعة المتحركة الموجودة على المسطرة المدرجة إلى أقصى مدى ممكن (تتم عملية الدفع ببطء لتجنب الاستفادة من الزخم (momentum) .
- ٤- يعطى المفحوص محاولة أخرى وتسجل القراءة الأفضل في ورقة تسجيل البيانات في جدول رقم (١٤-١) .
- ٥- يمكن عمل الاختبار قبل الإحماء ثم تكراره بعد الإحماء ومعرفة تأثير ذلك على المرونة .
- ٦- هل ترتبط المرونة بنوعية التدريب الذي يمارسه المفحوص ؟ أو بوزن اللاعب أو طوله ؟ حاول معرفة ذلك .



شكل رقم (١٤-٣): صندوق المرونة وتبليد للسطرة المدرجة (الصورة من اختبار وظائف أعضاء الجهد البدني - قسم التربية البدنية - جامعة الملك سعود).



شكل رقم (١٤-٤): كيفية قياس المرونة بواسطة صندوق المرونة (الصورة من اختبار وظائف أعضاء الجهد البدني - قسم التربية البدنية - جامعة الملك سعود).





## قياس المرونة (٢)

- الغرض من التجربة
- الأدوات المستخدمة
- الإجراءات





## الفرض من التجربة

التعرف على كيفية قياس مرونة الظهر بواسطة ثني الجذع للخلف .

## الأدوات المستخدمة

جهاز قياس مرونة الظهر، وهو مكون من قائم مدرج ذي قاعدة تنزلق حول عارضة صغيرة كما هو موضح في الشكل رقم (١٥-١). وفي حالة عدم توافر هذا الجهاز يمكن استبداله بمسطرة خشبية أو حديدية ذات طول يصل على الأقل إلى ٨٠ سم .



شكل رقم (١٥-١): جهاز قياس مرونة الظهر بواسطة ثني الجذع للخلف (من شركة تاكي اليابانية Takai).

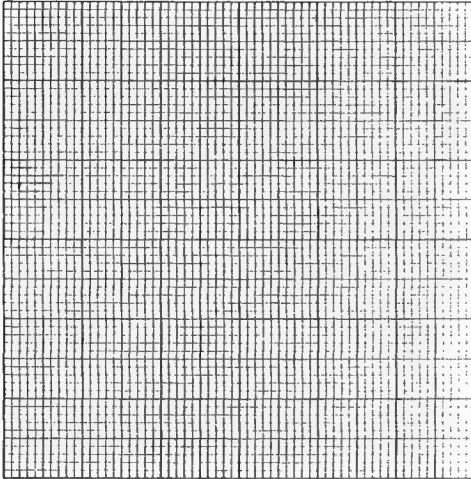
### الإجراءات

- ١- يستحسن عمل تمرينات الإحماء قبل أداء الاختبار .
- ٢- على المفحوص الانبطاح على البطن ووضع يديه متشابكتين فوق الرقبة .
- ٣- يوضع الجهاز بالقرب من الرأس ويقوم المفحوص برفع كتفيه مع ثني الظهر إلى أعلى مسافة ممكنة (تتم العملية ببطء لتجنب الاستفادة من الزخم Momentum) .
- ٤- يتم رفع العارضة الأفقية حتى موازنة الفك السفلي وتتم قراءة المسافة .
- ٥- يعطى المفحوص محاولة أخرى ويتم تسجيل القراءة الأفضل على ورقة تسجيل البيانات في جدول رقم (١٥-١) .
- ٦- يمكن عمل الاختبار قبل الإحماء ثم تكراره بعد الإحماء .
- ٧- أوجد العلاقة بين مرونة عضلات الظهر بواسطة ثني الظهر إلى الأمام (المرونة ١) ومرونة عضلات الظهر بواسطة ثني الظهر للخلف (المرونة ٢) باستخدام ورقة الرسم البياني في جدول رقم (١٥-٢) .

جدول رقم (١٥-١): ورقة تسجيل البيانات: للمرونة (٢).

المرونة (٢) ثني الظهر إلى الخلف (سم)	المرونة (١) ثني الظهر إلى الأمام (سم)	الاسم

ثني الظهر إلى الخلف (سم)



ثني الظهر إلى الأمام (سم)

شكل رقم (١٥-٢) : ورقة الرسم البياني : العلاقة بين المرونة (١) والروية (٢).

## اختبارات القدرة اللاهوائية

● مقدمة

● العوامل المؤثرة على القدرة اللاهوائية



## مقدمة

إن القدرة على القفز أو الجري السريع أو أداء جهد بدني عال في أقصر زمن ممكن كلها تتطلب توافر القدرة اللاهوائية لدى الفرد . وتمثل هذه القدرة اللاهوائية (والتي تسمى في بعض الأحيان القدرة فقط أو القدرة المتفجرة) قدرة الفرد على أداء شغل معين في زمن معين ، وعادة ما يتم حساب الزمن بالثانية . وترتبط القدرة اللاهوائية بالقوة العضلية إلا أنها في الواقع تعتمد على معدل توفير الطاقة اللاهوائية للعضلات عن طريق المصدر السريع للطاقة والذي يتمثل في تحلل الأدينوسين ثلاثي الفوسفات المخزن في العضلات (ATP) وكذلك على تحلل فوسفات الكرياتين (PC) .

يوجد العديد من اختبارات القدرة اللاهوائية ، وتعتمد في مجملها على قياس شغل محدد في أقصر زمن ممكن . ومن أهم تلك الاختبارات اختبار مارجريا (Margaria) للقدرة اللاهوائية واختبار كالامن (Kallmen) للقدرة اللاهوائية واختبار القفز العمودي (Vertical jump) ، وستطرق لكل منها لاحقاً ، على أنه يجب أن نوضح أن القدرة تساوي عزم التدوير × السرعة أو بمعنى آخر يمكن أن نقول أنها تساوي :

$$\frac{\text{الشغل}}{\text{الزمن}} \quad \text{أو} \quad \frac{\text{القوة} \times \text{المسافة}}{\text{الزمن}}$$

## العوامل المؤثرة على القدرة اللاهوائية

هناك العديد من العوامل التي تؤثر على القدرة اللاهوائية وستطرق لأمها ، وإن كان بعض من هذه العوامل يؤثر على القدرة اللاهوائية فهو مؤثر بشكل أو بآخر على الإمكانية اللاهوائية والتي سيأتي تعريفها لاحقاً.

- ١- معدل إنتاج الأدينوسين ثلاثي الفوسفات في العضلات (ATP) .
- ٢- محتوى العضلة من الجلايكوجين .

- ٣- القدرة على تحمل مستوى عالٍ من حمض اللبنيك (سجل لبعض اللاعبين تركيز لحمض اللبنيك في الدم حوالي ٢٥ ملي مول في اللتر) .
- ٤- القدرة على تحمل حموضة عالية للدم الشرياني (أس هيدروجيني منخفض حيث سجل لبعض الرياضيين ٧٫٤ في الدم الشرياني وحوالي ٦٫٤ في العضلات) .
- ٥- نسبة الألياف العضلية السريعة الحفلة (Fast twitch) فكلما كانت نسبتها عالية كان هناك احتمال لامتلاك قدرة لاهوائية عالية .
- ٦- قدرة الجهاز القلبي الدوري على ضخ أكبر كمية من الدم إلى العضلات العاملة .



**قياس القدرة اللاهوائية باستخدام**

**اختبار مارجريا**

(Margaria Test)

- الأساس النظري
- الغرض من التجربة
- الأدوات المستخدمة
- الإجراءات



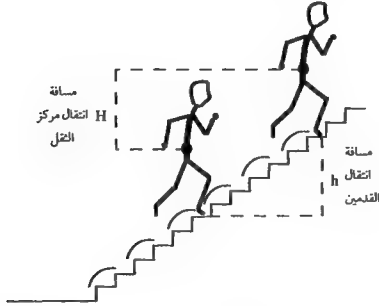
## الأساس النظري

إن أول من أشار إلى هذا الاختبار هو العالم الفسيولوجي الإيطالي مارجريا (Margaria) ولهذا ينسب إليه هذا الاختبار ، وهو من أكثر الاختبارات شيوعاً لقياس القدرة اللاهوائية نظراً لسهولة تطبيقه وقلة تكلفته حيث يتطلب تطبيقه وجود درج (Stairs) وساعة توقيت فقط . ويعتبر مستوى ثبات الاختبار وإعادة الاختبار (Test retest) عالياً جداً حيث يبلغ معامل الارتباط هنا أكثر من ٠,٩٠ . ورغم سهولة وثبات اختبار مارجريا للقدرة اللاهوائية إلا أن من عيوبه أن المقاومة ليست عالية خاصة عند معظم الأفراد (المقاومة هنا ووزن الجسم) ويؤكد ذلك أن الدراسات التي تم فيها وضع ثقل على الفحوص أظهرت زيادة في القدرة اللاهوائية لدى الفرد مقارنة بما لو كان دون ثقل (تحسن مقداره ١٠٪ عند إضافة ٣٠٪ من وزن الجسم في إحدى الدراسات) . ويتم حساب القدرة اللاهوائية في اختبار مارجريا على النحو التالي :

$$\begin{aligned} \text{القدرة اللاهوائية} &= \text{القوة} \times \text{السرعة} \\ &= \text{وزن الجسم (نيوتن)} \times \text{السرعة العمودية (م/ث)} \\ &= \frac{\text{كتلة الجسم (كجم)} \times \text{تسارع الجاذبية (م/ث}^2\text{)} \times \text{المسافة (متر)}}{\text{الزمن (ث)}} \\ &= \frac{\text{وزن الجسم (كجم)} \times ٩,٨١ \times \text{المسافة (متر)}}{\text{الزمن (ث)}} \end{aligned}$$

وتتلخص فكرة اختبار مارجريا كما يوضحه الشكل رقم (١٦-١) في الجري بأقصى سرعة ممكنة على درج صلب (ارتفاع كل عتية منه يساوي ٢٠سم) وقياس الزمن اللازم لقطع المسافة بين نقطتين من الدرج مع حساب المسافة المقطوعة أفقياً والتي تمتد هنا المسافة (بالمتر) ، وتكون المقاومة في هذا الحال ووزن الجسم على افتراض أن المسافة بين مركز ثقل الجسم من النقطة الأولى إلى النقطة الثانية (H) يساوي المسافة المقطوعة أفقياً (h) أو

(Vertical distance) . والجدير بالذكر في اختبار مارجريا أن المقحوص يقوم بصعود الدرج واطنا عتبة بعد الأخرى (عتبتان في كل خطوة) .



شكل رقم (١٦-١): اختبار مارجريا للقدرة اللاهوائية من خلال قياس الزمن اللازم لصعود الدرج (عتبتان في كل خطوة) .

### الغرض من التجربة

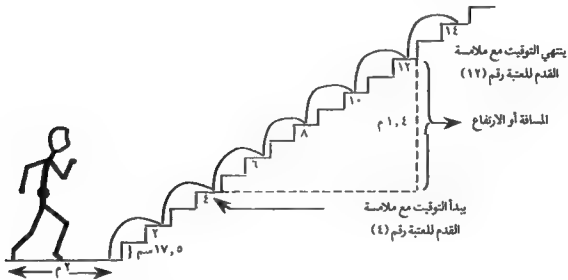
- ١- التعرف على مفهوم القدرة اللاهوائية وعلاقتها بالطاقة اللازمة للمضلات .
- ٢- التعرف على كيفية قياس القدرة اللاهوائية باستخدام اختبار مارجريا .

### الأدوات المستخدمة

- درج صلب من الإسمنت مثلاً (سلم) يجتري على ١٦ عتبة على الأقل ارتفاع العتبات في حدود ٢٠ سم ويمكن استخدام درج بعتبات ذات ارتفاع أقل من ذلك (مثلاً ١٧ سم) .
- ساعة توقيت إلى أقرب جزء من الثانية .
- يستحسن - وخاصة لأغراض البحث العلمي - أن يستخدم توقيت كهربائي باستخدام دواسة (قطعة من البلاستيك موصلة بساعة توقيت كهربائية تبدأ بحساب الوقت بمجرد أن تلمس القدم النقطة الأولى وتتوقف بمجرد أن تلمس القدم النقطة الثانية) أو باستخدام خلية كهروضوئية لتوقيت دقيق .

## الإجراءات

سيتم تعديل اختبار مارجرىبا هنا قليلا ليلائم ظروف الدرج الموجود بمختبر وظائف أعضاء الجهد البدني بالقسم ، حيث سيتم حساب المسافة بين العتبة الرابعة والثانية عشرة من عتبات الدرج بدلا من السادسة والثانية عشرة كما في اختبار مارجرىبا الأصلي (انظر الشكل الموضح رقم ١٦-٢) .



شكل رقم (١٦-٢): رسم توضيحي لاختبار مارجرىبا للقدرة اللاهوائية وكيفية حساب مسافة الارتفاع .

- ١- يتم أولا وزن المخصوص إلى أقرب نصف كيلو جرام .
- ٢- على الفرد المشوّل عن توقيت الزمن (في حالة قياس الزمن ساعة يدوية) الاستعداد والوقوف بجانب الدرج حتى يمكنه توقيت انطلاق المخصوص .
- ٣- توضع علامتين واضحتين على العتبتين رقم ٤ ورقم ١٢ .
- ٤- على المخصوص الوقوف في وضع استعداد على بعد مترين عن بداية الدرج .
- ٥- عند إعطاء الأمر بالبدء يقوم المخصوص بصعود الدرج بأقصى سرعة ممكنة وأطنا عتبة بعد الأخرى (عتبتين في كل خطوة) حتى نهاية الدرج .
- ٦- على الفرد المشوّل عن توقيت الزمن أن يقيس الزمن الذي يستغرقه المخصوص في قطع المسافة بين العتبة رقم ٤ والعتبة رقم ١٢ (يبدأ تشغيل الساعة بمجرد أن تخطأ قدم المخصوص العتبة رقم ٤ وتوقف بمجرد أن تخطأ القدم العتبة رقم ١٢) .

٧- يعطى كل مفحوص محاولتين على أن يكون بينهما وقت كاف للراحة وتحتسب أفضل محاولة (الأقل زمناً).

٨- يتم حساب القدرة اللاهوائية (كجم . م / ث) على النحو التالي :

$$\frac{\text{الوزن (كجم)} \times \text{تسارع الجاذبية (م/ث}^2\text{)} \times \text{المسافة (متر)}}{\text{الزمن (بالثواني)}} = \text{القدرة اللاهوائية}$$

$$\bullet \text{ تسارع الجاذبية} = ٩,٨١ \text{ م/ث}^2$$

$$\bullet \text{ المسافة} = \text{ارتفاع العتبة} \times \text{عدد العتبات}$$

$$= ١٧,٥ \text{ سم} \times ٨ = ١٤٠ \text{ سم أو } ١,٤ \text{ متر .}$$

$$\bullet \text{ الزمن (ث)} = \text{الزمن المستغرق بين لمس العتبة رقم ٤ والعتبة رقم ١٢}$$

$$\text{إذن تصبح القدرة اللاهوائية (كجم . م/ث)} = \frac{\text{الوزن (كجم)} \times ٩,٨١ \times ١,٤}{\text{الزمن (ث)}}$$

٩- يمكن حساب السرعة العمودية أيضا بدون تأثير الوزن على النحو التالي :

$$\text{السرعة العمودية (م/ث)} = \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن (ث)}} = \frac{١,٤}{\text{الزمن (ث)}}$$

١٠- يتم تسجيل البيانات على ورقة تسجيل البيانات في جدول رقم (١٦-١).

١١- أوجد العلاقة بين القدرة اللاهوائية والسرعة العمودية باستخدام ورقة الرسم البياني (شكل رقم

(١٦-٣) . ثم ماذا يعني وجود العلاقة أو عدم وجودها؟

١٢- يمكن مقارنة النتائج ببعض الأرقام الموضحة بالجدول رقم (١٦-٢) .

١٣- أوجد العلاقة بين القدرة الهوائية (الاستهلاك الأقصى للأكسجين بالمليتر لكل كجم من وزن

الجسم) كما في التجربة رقم (٥) والقدرة اللاهوائية باستخدام اختبار مارجرى وارسمها على ورقة الرسم البياني (شكل رقم ١٦-٤) .



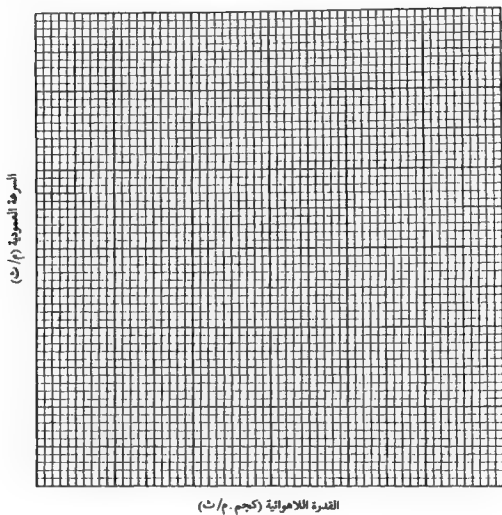
جدول رقم (١٦-٧) : بعض الأرقام المسجلة في اختبار سارجريا للقدرة اللاهوائية عند مجموعات من الرياضيين في ألعاب متعددة.

الرياضة	القدرة اللاهوائية (كجم/م.ث)
ماراثون	٩٤٨,٣
عدو سريع	١٢٤٦,٤
كرة القدم الأمريكية (متوسط جميع المراكز)	١٣١٨,٢
هوكي	١٣٦٧,٠
هجوم	١٤٠٣,٣
دفاع	١٠٤٩,٣
حراسة للرمي	١٤٤٢٠*
خماسي	١٢٥٥*
مصارعة	١٠٦٠*
كرة القدم	٩٧٥*
سلاح	١٦٠٠*
تجديف	١٠٦٠*
سباحة	٩٨٧*
رمي (سهام، مسدس)	١٢١١,١
غير متفرعين	

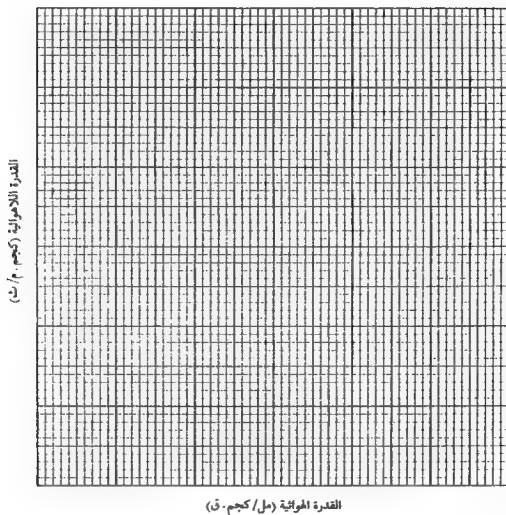
\* تقريبا

(المصدر : مصادر متعددة كما سجلت في المرجع : MacDougall et al., 1982).





شكل رقم (١٦-٣): ورقة الرسم البياني: العلاقة بين القدرة اللاهوائية والسرعة العمودية.



شكل رقم (١٦-٤) : ورقة الرسم البياني : العلاقة بين القدرة اللاهوائية باستخدام اختبار مارجريا والقدرة الهوائية باستخدام اختبار أسترناند.

تجربة رقم (١٧)

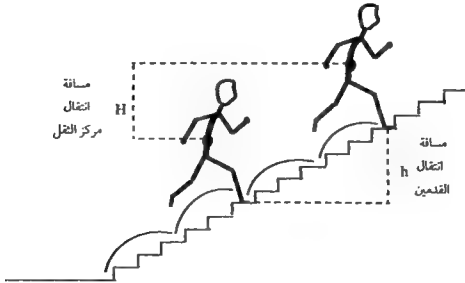
### اختبار كالامين (Kalamen) للقدرة اللاهوائية

- الأساس النظري
- الغرض من الاختبار
- الإجراءات
- المطلوب



## الأساس النظري

وهو اختبار معدل لاختبار مارجريا قام بتطويره كالامن (Kalamen) ولهذا ينسب إليه . وإجراءات الاختبار تشبه إلى حد كبير إجراءات اختبار مارجريا لكن بدلا من صعود عتبتين في كل خطوة - كما في اختبار مارجريا - يتم في اختبار كالامن الصعود ٣ عتبات في كل خطوة ويتم تسجيل الزمن اللازم لقطع المسافة بين العتبة الثالثة والعتبة التاسعة ، ويكون متوسط ارتفاع العتبات ١٧٥ مليمترا (٥، ١٧ سم) ، على أن يقف المحموص في وضع البداية على بعد ٦ أمتار من العتبة الأولى (انظر الشكل رقم ١٧-١) . ويتم تطبيق المعادلة نفسها التي استخدمت في اختبار مارجريا .



شكل رقم (١٧-١) : اختبار كالامن للقدرة اللاهوائية حيث يتم صعود ثلاث عتبات في كل خطوة.

والجدير بالذكر أن اختبار كالامن قد يكون مناسباً للأفراد الذين تكون أطرافهم السفلى طويلة حيث يصعب عليهم الأداء السريع في اختبار مارجريا .

### الغرض من الاختبار

قياس القدرة اللاهوائية باستخدام اختبار كالامن .

### الإجراءات

كما هي في اختبار مارجريا مع ملاحظة الاختلافات التالية :

١- صعود الدرج يكون على هيئة ٣ عتبات في كل خطوة .

٢- الوقوف على بعد ٦ أمتار من بداية الدرج .

### المطلوب

١- تسجيل البيانات في ورقة تسجيل البيانات في جدول رقم (١٧-١) .

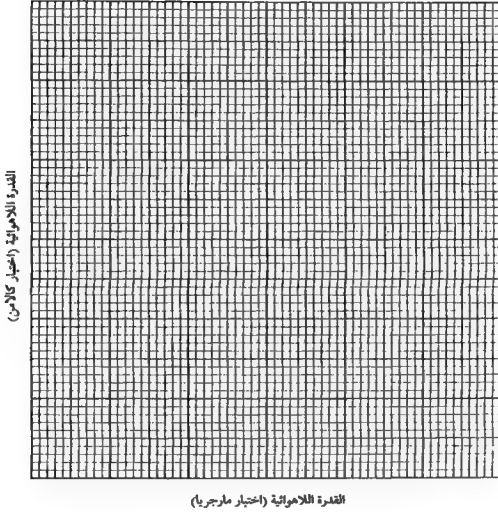
٢- أوجد العلاقة بين القدرة اللاهوائية باستخدام اختبار مارجريا والقدرة اللاهوائية باستخدام اختبار كالامن

وارسمها على ورقة الرسم البياني (شكل رقم ١٧-٢) .

٣- يمكن عمل مقارنة للنتائج مع بعض المعايير الموضحة في الجدول رقم (١٧-٢) .

جدول رقم (١٧-١): ورقة تسجيل البيانات: اختبار كالأمن للقدرة اللاهوائية.

الاسم	الزمن (ث)	القدرة اللاهوائية (اختبار كالأمن)	القدرة اللاهوائية (اختبار مارجينا)



شكل رقم (١٧-٢): ورقة الرسم البياني: العلاقة بين القدرة اللاهوائية باستخدام اختبار مارجريا واختبار كالامن.



جدول رقم (١٧-٢) : بعض المعايير لاختبار كالا من للقدرة اللاهوائية.

القدرة اللاهوائية (كجم.م/ث)					الفئة العمرية
متنازل	جيد	متوسط	دون المتوسط	منخفض	
الرجال					
٢١٩٧<	٢١٩٧-١٨٤٠	١٨٣٩-١٤٦٧	١٤٦٦-١١١٤	١١١٣>	٢٠-١٥
٢٠٥٩<	٢٠٥٩-١٧٢٢	١٧٢١-١٣٦٩	١٣٦٨-١٠٤٥	١٠٤٤>	٣٠-٢٠<
١٦٤٧<	١٦٤٧-١٣٧٨	١٣٧٧-١٠٩٤	١٠٩٣- ٨٣٩	٨٣٨>	٤٠-٣٠<
١٢٢٥<	١٢٢٥-١٠٣٥	١٠٣٤- ٨٢٩	٨٢٨- ٦٤٣	٦٤٢>	٥٠-٤٠<
٩٦١<	٩٦١- ٨١٠	٨٠٩- ٦٤٣	٦٤٢-٤٩٦	٤٩٥>	٥٠<
النساء					
١٧٨٥<	١٧٨٥-١٤٨٦	١٤٨٥-١١٨٢	١١٨١- ٩٠٨	٩٠٧>	٢٠-١٥
١٦٤٨<	١٦٤٨-١٣٧٩	١٣٧٨-١٠٩٤	١٠٩٣- ٨٣٥	٨٣٤>	٣٠-٢٠<
١٢٢٦<	١٢٢٦-١٠٣٥	١٠٣٤- ٨٢٩	٨٢٨- ٦٤٣	٦٤٢>	٤٠-٣٠<
٩٦١<	٩٦١-٨١٠	٨٠٩- ٦٤٣	٦٤٢- ٤٩٦	٤٩٥>	٥٠-٤٠<
٧٣٥<	٧٣٥-٦٠٤	٦٠٣- ٤٧٦	٤٧٥- ٣٧٩	٣٧٨>	٥٠<

(المصدر 65, 1982, MacDougall et al., وقد أخذها عن Kahonen, 1968)



تجربة رقم (١٨)

### اختبار القفز العمودي (اختبار سار جنت)

- الأساس النظري
- الفرض من التجربة
- الأدوات المستخدمة
- الإجراءات



## الأساس النظري

يعرف اختبار القفز العمودي (الأعلى) Vertical jump test أيضا باختبار سارجنت وذلك نسبة إلى العالم الأمريكي (Sargent) وهو أول من قدم هذا الاختبار في عام ١٩٢١م كاختبار لقوة الفرد البدنية . وهو اختبار سهل ولا يتطلب أدوات مكلفة حيث يتم من خلاله قياس المسافة التي يستطيع الفرد أن يقفزها إلى أعلى وحسابها بالسنتيمتر .

ولقد كان تقدير القدرة في صيغة الاختبار الأولية يتم على أساس المسافة التي يستطيع الفرد ارتقاءها بدون أن نأخذ في الاعتبار وزن الفرد مما أثار جدلا كبيرا حيث إن قدرة شخص وزن ٨٠ كجم وتتمكن من الارتقاء ٦٥ سم لا تختلف عن قدرة شخص آخر وزن ٥٠ كجم وتتمكن من الارتقاء ٦٥ سم أيضا .

ولهذا أدخلت تعديلات على هذا الاختبار لحساب القدرة اللاهوائية تأخذ في الاعتبار وزن الفرد ومن أهمها ما يسمى بمعادلة لويس (Lewis formula) حيث تم حساب القدرة اللاهوائية على النحو التالي :

$$\text{القدرة اللاهوائية ( كجم . م / ث )} = ٤,٩ \sqrt{\text{الوزن ( كجم )} \times \sqrt{\text{المسافة (م)}}}$$

حيث يمثل الرقم ٤,٩ رقما ثابتا ، وتمثل المسافة بالتر المسافة التي يتمكن المفحوص من ارتقاها .

وفي واقع الأمر فإن الاختبار في حد ذاته لا يقيس القدرة اللاهوائية بل يقدرها حيث يتم قياس المسافة التي يستطيع الفرد رفع جسمه إليها بدون اعتبار للسرعة التي تمت بها عملية الرفع حيث من المعروف أن القدرة تساوي الشغل على الزمن . ورغم أنه يمكن حساب الزمن في الصعود والمهبط وتسجيل معدل الزمن إلا أن الدراسات أيضا تشير إلى أن زمن الصعود لا يساوي زمن المهبط . وتفترض معادلة لويس أيضا أن القوة وبالتالي التسارع (تسارع الجسم) متساوي أثناء الارتفاع على الرغم من أن الدراسات التي تم من خلالها تصوير الجسم أثناء القفز تشير إلى أن التسارع غير متساو على طول مسافة القفز . ومن الأمور التي لا تراعيها معادلة لويس

أيضا الشغل المبذول قبل الارتفاع عن الأرض وهو الشغل المبذول بين الوضع الذي يسبق عملية الارتفاع إلى مرحلة مغادرة القدمين الأرض . وعلى الرغم من ذلك فإن الدراسات التي تم فيها قياس القدرة القصوى بواسطة جهاز قياس القوة (Force Platform) أظهرت علاقة ارتباط عالية مع القدرة اللاهوائية باستخدام القفز إلى أعلى (معامل الارتباط = ٩٢ , ٠) مما يجعل الاختبار مؤشرا جيدا للقدرة اللاهوائية . بالإضافة إلى ذلك فإن مستوى ثبات الاختبار وإعادة الاختبار تعتبر عالية جدا حيث تتجاوز (٩٢ , ٠) وتزداد هذه النسبة كثيرا عند تدريب المفحوص من خلال منحه عدة محاولات تدريبية .

### اسم التجربة

قياس القدرة اللاهوائية بواسطة القفز العمودي .

### الفرض من التجربة

التعرف على قياس القدرة اللاهوائية بواسطة القفز العمودي .

### الأدوات المستخدمة

● لوح قياس مدرج بالسلم طوله متر واحد ومثبت على جدار ويمكن التحكم في ارتفاعه من خلال بكرة بحيث تضبط نقطة البداية عند الصفر دائما (انظر الشكل رقم ١٨-١) .

● في حالة عدم توافر الجهاز المدرج يمكن الاستعاضة عنه بلوح بحيث تكون بداية اللوح في متناول جميع المفحوصين، ويستحسن أن يكون غير ملاصق تماما للجدار حتى لا يصطدم المفحوص بالجدار عند هبوطه إلى الأرض بعد محاولة القفز .

### الإجراءات

(انظر الشكلين رقم (١٨-١ ، ١٨-٢)

- ١- يتم وزن المفحوص أولا إلى أقرب نصف كيلوجرام .
- ٢- يقوم المفحوص بالإحماء الكافي قبل أداء الاختبار .
- ٣- يقف المفحوص بمحاذاة اللوح بحيث يكون أحد كفيه باتجاه اللوح والكف الآخر بعيدا عن اتجاه اللوح .

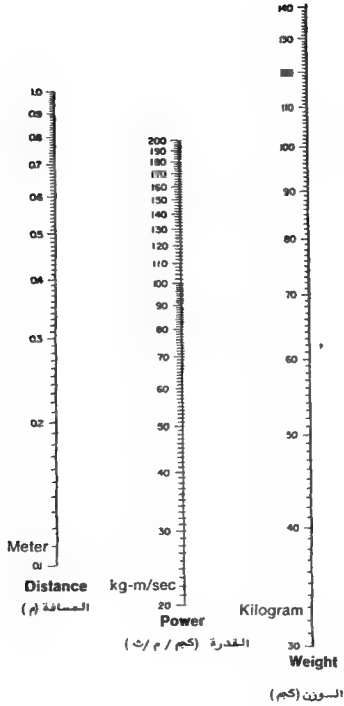
شكل رقم (١٨ - ١): يوضح مواصفات لوح القياس المدرج، ويبدو أحد المتحوصمين في وضع البداية (الصورة من اختبار وظيف أعضاء الجهد البدني - قسم التربية البدنية - جامعة الملك سعود).



شكل رقم (١٨ - ٢): أحد المتحوصمين أثناء عملية القفز ويده ملامسة لأعلى نقطة له على لوح القياس (الصورة من اختبار وظيف أعضاء الجهد البدني - قسم التربية البدنية - جامعة الملك سعود).

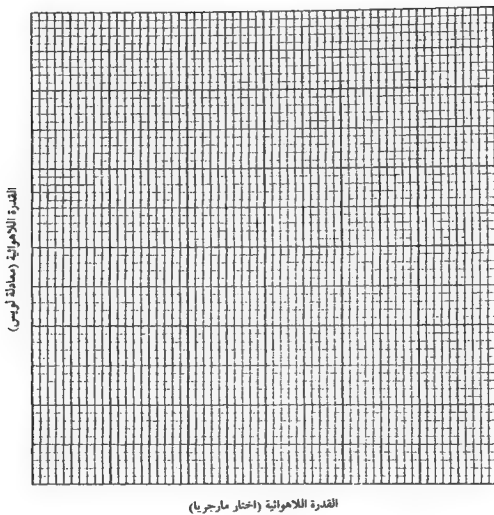
- ٤- يضع في أطراف أصابعه بعضاً من بودرة المغنيسيوم .
- ٥- يدفع المفحوص يده التي بمحاذاة اللوح إلى أعلى ارتفاع ممكن بدون رفع كعبي القدمين ويضبط ارتفاع اللوح بعد ذلك بحيث يكون الصفر عند أطراف أصابع اليد المرفوعة .
- ٦- يمر جح المفحوص بعد ذلك يديه ويحاول القفز إلى أعلى من الثبات ولمس أعلى ارتفاع يمكن أن يصل إليه .
- ٧- تعطى للمفحوص محاولتان وتسجل أعلى قراءة للمسافة التي استطاع الوصول إليها .
- ٨- يتم حساب القدرة اللاهوائية باستخدام معادلة لويس المذكورة آنفاً، أو يمكن اختصاراً للعمليات الحسابية استخدام نوموجرام لويس الموضح في الشكل رقم (١٨-٣) حيث يتم تحديد الوزن على عمود الوزن ثم تحديد المسافة التي قفزها المفحوص على عمود المسافة ، ويتم توصيل النقطتين معا وعند النقطة التي يقطع فيها الخط المستقيم بين الوزن والمسافة تكون القدرة اللاهوائية على عمود القدرة اللاهوائية .
- ٩- تسجل البيانات في ورقة تسجيل البيانات في جدول رقم (١٨-١) .
- ١٠- أوجد العلاقة بين القدرة اللاهوائية باستخدام معادلة لويس والقدرة اللاهوائية باستخدام اختبار مارجريا وارسم البيانات على ورقة الرسم البياني شكل رقم (١٨-٤) .
- ١١- يمكن أيضاً مقارنة نتائج المفحوصين مع بعض المعايير الموضحة في جدول رقم (١٨-٢) .





شكل رقم (١٨-٣) : نوموجرام لويس (The Lewis Nomogram) لقياس القدرة اللاهوائية عن طريق التقصير إلى أعلى (المعمدي).





شكل رقم (١٨-٤) : ورقة الرسم البياني : العلاقة بين القشرة اللاهوائية باستخدام معادلة لويس واختبار مارجريا .

جدول رقم (١٨-٢) : بعض المعايير للقفز العمودي .  
 (الأرقام العلوية تشير إلى الدرجات المثبتة والأرقام الداخلية تشير إلى الأرقام الخام بالستيمتر).  
 (المصدر Mathews, 1978).

الدرجة المثبتة	١٠٠	٩٠	٨٠	٧٠	٦٠	٥٠	٤٠	٣٠	٢٠	١٠	٠
رجال ١٨-٣٤ سنة	٦٦	٦٣,٥	٦١	٥٨,٤	٤٨,٣	٤٠,٦	٣٣	٢٢,٩	٢٠,٣	٥,١	٠
نساء ١٨-٣٤ سنة	٣٥,٥	٣٣	٣٣	٣٠,٥	٢٥,٤	٢٠,٣	١٥,٢	١٠,١	٥,١	٢,٥	٠
بنين ١٥-١٧ سنة	٦٣,٥	٦١	٥٨,٤	٥٣,٣	٤٨,٣	٤٠,٦	٣٠,٥	٢٠,٣	١٢,٧	٥,١	٠
بنات ١٥-١٧ سنة	٤٣,٢	٤٠,٦	٣٨,١	٣٥,٥	٣٣	٢٧,٩	٢٠,٣	١٥,٢	٧,٦	٥,١	٠

### اختبار الإمكانية اللاهوائية

- الأساس النظري
- الفرض من التجربة
- الأدوات المستخدمة
- الإجراءات



## الأساس النظري

تختلف الإمكانية اللاهوائية (Anaerobic capacity) عن القدرة اللاهوائية (Anaerobic power) في أن الأخيرة تعتمد بشكل أكبر على المصدر السريع (أي على أدينوسين ثلاثي الفوسفات المخزن في العضلات وعلى الطاقة المنطلقة من تحلل فوسفات الكرياتين). أما الإمكانية اللاهوائية فهي إمكانية الفرد على أداء عمل بدني معتمدا خلاله على الطاقة اللاهوائية القادمة من المصدر قصير الأمد (أي على التحلل اللاهوائي للجلوكوز والجلالاكوجين والذي ينتهي بحمض اللبنيك)<sup>٩</sup> ، ولهذا كان المسمى القديم للإمكانية اللاهوائية (Lactate) - أي الإمكانية اللاهوائية التي يتم فيها إنتاج حمض اللبنيك ، بينما القدرة اللاهوائية تسمى (a lactate) أي بدون حمض اللبنيك .

وعلى الرغم من وجود العديد من الاختبارات لقياس القدرة اللاهوائية كما تم التطرق إليه في التجارب السابقة ، إلا أن اختبارات الإمكانية اللاهوائية تكتنفها عدم الدقة بالرغم من تعدد وجودها وذلك لصعوبة الفصل بين الإمكانية اللاهوائية والطاقة الهوائية خاصة عندما يزداد زمن الاختبار ، ويتوافر لدينا العديد من الاختبارات التي يفترض فيها قياس الإمكانية اللاهوائية معظمها باستخدام الدراجة الثابتة ولمدة تتراوح بين ٣٠ - ١٢٠ ثانية ، ويتم خلالها قياس مستوى حمض اللبنيك في الدم . ولهذا تقتصر على اختبار واحد باستخدام الدراجة تم تعديله عن اختبار كاوش وولتمان (Kauch & Weltman) .

## الفرض من التجربة

قياس الإمكانية اللاهوائية باستخدام دراجة الجهد .

\* تضميل أكثر عن مصادر الطاقة في الجهد البدني يستحسن الرجوع إلى : هزاع محمد الحزاع : « الطاقة الحيوية المستخدمة في الجهد البدني » ، كتاب وقائع الدورة الثالثة للطب الرياضي ، الإتحاد السعودي للطب الرياضي ، ١٩٨٨ م ، ص ص ٦١ - ٨٥ .

### الأدوات المستخدمة

- دراجة جهد يتوافر فيها مقياس للدوران العجل .
- ساعة توقيت .

### الإجراءات

- ١- ضع مقاومة الدراجة على ٤ كجم .
- ٢- يبدأ المفحوص بتحريك العجل بأقصى سرعة ممكنة وعندما يصل إلى أقصى سرعة للدوران العجل يتم بدء التوقيت .
- ٣- يستمر المفحوص في العمل على الدراجة مع المحافظة على معدل دوران العجل حتى نهاية ٦٠ ثانية (متواصلة) .
- ٤- في حالة انخفاض معدل دوران العجل يتم إشعار المفحوص بضرورة الحفاظ على معدل الدوران وإذا لم يتمكن من ذلك يتم إيقاف الساعة حتى وإن لم يتمكن من إتمام ٦٠ ثانية .
- ٥- يتم حساب الإمكانية اللاهوائية على أساس الشغل المنجز في ٦٠ ثانية كالتالي :  

$$\text{الشغل} = \text{المقاومة} \times \text{المسافة}$$

$$= ٤ \times ٦ \text{ أمتار} \times \text{معدل الدوران في الدقيقة} .$$
- ٦- في حالة عدم قدرة المفحوص على إتمام ٦٠ ثانية فيتم حساب الشغل كالتالي :  

$$\text{الشغل} = ٤ \times ٦ \text{ أمتار} \times \text{معدل الدوران} \times \frac{\text{زمن الجهد}}{٦٠}$$
- ٧- يتم تسجيل البيانات على ورقة تسجيل البيانات في جدول رقم (١٩-١) .
- ٨- أوجد العلاقة بين الإمكانية اللاهوائية والقدرة الهوائية باستخدام اختبار أستراند وارسمها على ورقة الرسم البياني في جدول رقم (١٩-١) .

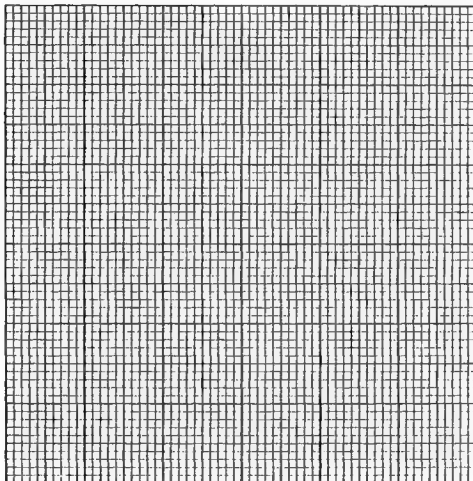
● الوضع الأمثل في إجراءات التجربة هو وجود عداد لحساب دوران العجل الكلي خلال الجهد، لكن معظم الدراجات لا يتوافر فيها ذلك، ولهذا تم المحافظة على معدل دوران ثابت، ومن ثم معرفة مجموع الدورات الكلية للعجل .



جدول رقم (١٩-١) : ورقة تسجيل البيانات : اختبار الإمكانية اللاهوائية.

الاسم	الإمكانية اللاهوائية (كجم.م/ق)

القدرة الهوائية (لتر/دق)



الامتكانية اللاهوائية (كجم.م/دق)

شكل رقم (١٩-١) : ورقة الرسم البياني : العلاقة بين الإمكانية اللاهوائية والقدرة الهوائية .

### زمن رد الفعل والحركة

- الأساس النظري
- الفرض من التجربة
- الأدوات المستخدمة
- الإجراءات



## اسم التجربة

قياس زمن رد الفعل والحركة (Whole Body Reaction-Movement Time)

## الأساس النظري

يكتسب زمن رد الفعل والحركة (Reaction-movement time) أهمية كبيرة في العديد من النشاطات الرياضية ، فعلى سبيل المثال في سباق العدو القصير نجد أن المتسابق الذي يمتلك سرعة رد فعل وسرعة حركة عالية مقارنة بزملائه غالباً ما يتفوق في أدائه عليهم ، ويمكن قياس ذلك على العديد من الألعاب الرياضية الأخرى .

ويعرف زمن رد الفعل والحركة على أنه الفترة من بداية التنبيه إلى نهاية حركة معينة ، وهو أيضاً الزمن الذي يستغرقه المفحوص للتحرك بدنياً إلى هدف محدد .

والجدير بالذكر أن زمن رد الفعل والحركة لدى الرياضيين أفضل من غير الرياضيين على الرغم من أنه يختلف بصورة واسعة لدى الرياضيين أنفسهم ، وتشير معظم الدراسات أنه لا يوجد علاقة بين زمن رد الفعل (Reaction time) وزمن رد الفعل والحركة (Reaction-movement time) ، مما يدل على أن قدرة الفرد على رد الفعل (Reaction) وقدرته على الحركة (Movement) غير مرتبطتين .

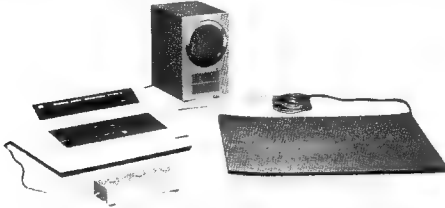
وفي هذه التجربة مستطرق في الواقع إلى التعرف على زمن رد الفعل والحركة الكلية (Whole body reaction-movement time) التي ترتبط بالعديد من العوامل الوراثية (الجهاز العصبي - العضلي) والبيئية (التدريب البدني).

## الفرض من التجربة

- ١- التعرف على مفهوم زمن رد الفعل والحركة .
- ٢- التعرف على كيفية قياس زمن رد الفعل والحركة .

## الأدوات المستخدمة

- جهاز قياس زمن رد الفعل والحركة من شركة تاكي اليابانية (TAKKI) كما هو موضح في الشكل رقم (١-٢٠) حيث يتكون من جهاز تحكم regulator ( وجهاز تنبيه Stimulus Unit ) ودواسة كهربائية (Mat) .



شكل رقم (١-٢٠): الجهاز المستخدم لقياس زمن رد الفعل والحركة ويتكون من جهاز تحكم وجهاز تنبيه ودواسة كهربائية، (من شركة تاكي اليابانية TAKKI).

- في حالة عدم توافر الأجهزة المطلوبة يمكن استخدام ساعة توقيت قادرة على قياس أجزاء من الألف من الثانية والتوقيت اليدوي وذلك فقط لأغراض العرض والتوضيح وليست بالطبع للبحث العلمي .

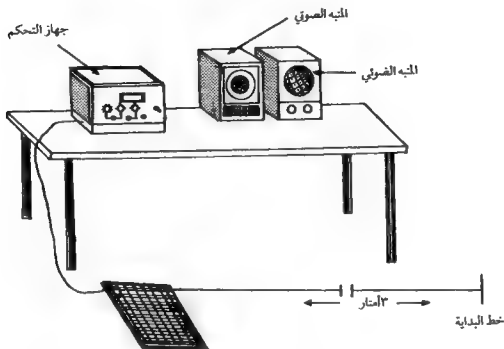
## الإجراءات

انظر الشكل رقم (٢-٢٠).

١- يقف المفحوص على بعد ٣ أمتار من الدواسة وذلك بوضع شريط لاصق على الأرض (يمكن تحديد أية مسافة أخرى لكن ينصح ألا تكون المسافة طويلة حيث تدخل عوامل أخرى في أداء المفحوص مثل التسارع والسرعة والتعب العضلي الخ).

٢- يتم أداء التجربة على مرحلتين. في المرحلة الأولى يتم التنبيه باستخدام منبه الصوت، وفي الثانية يتم التنبيه بمؤشر الإضاءة. كما يمكن عمل محاولة لا يكون المفحوص فيها على علم بأي نوع من التنبيه الذي سيستخدم (صوتي أم بصري).

٣- يطلب من المفحوص الاستعداد أولاً والتهيؤ للمحاولة .



شكل رقم (٢٠-٢١) : يوضح كيفية أداء تجربة زمن رد الفعل والحركة والأدوات المستخدمة.

٤- يتم بدء التجربة بإطلاق الضوء أو الصوت، وعلى المفحوص سماعه الصوت أو رؤية الضوء التحرك بأقصى سرعة إلى الدواصة ووضع قدمه عليها . يبدأ التوقيت بمجرد إطلاق المتبب، ويتوقف بمجرد وطء المفحوص على الدواصة، ومن ثم يمكن حساب الزمن (بالتواني وكسور الثانية) الذي استغرقه المفحوص منذ ظهور المتبب حتى وطء الدواصة .

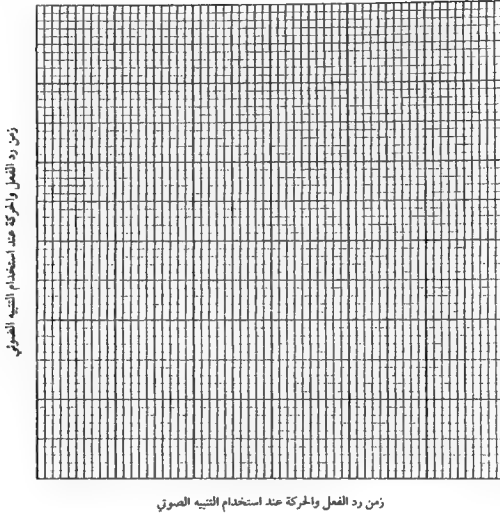
٥- يمكن تكرار العملية مرتين أو ثلاث مرات وتسجيل أفضل رقم للمفحوص على ورقة تسجيل البيانات في جدول رقم (٢٠-١) .

٦- يمكن عمل التجربة بدون إحماء مرة، ومرة أخرى بإحماء يسبق التجربة ومقارنة النتائج ، هل تعتمد أن هناك فرقاً ؟ ولماذا؟

٧- يمكن إيجاد العلاقة بين زمن رد الفعل والحركة باستخدام التنبه الضوئي والتنبه الصوتي ، هل هنالك علاقة ؟ مع رسمها في ورقة الرسم البياني شكل رقم (٢٠-٣) .







شكل رقم (٢٠-٣) : ورقة الرسم البياني : العلاقة بين زمن رد الفعل والحركة عند استخدام التنبيه الضوئي والصوتي .

**ملاحظة :** عند محاولة أداء التجربة لمعرفة الفرق بين الأداء باستخدام التنبيه الضوئي والتنبيه الصوتي يجب اختبار المفحوصين بالتناوب مرة بالصوت أولاً ، ومرة بالضوء أولاً حتى لا يكون هناك تأثير للإجراءات نفسها على النتائج (بمعنى أن المفحوص قد يتعلم قليلاً عند أدائه التجربة في المرة الثانية ولهذا يجب تبديل الاختبار لكل مفحوص) .



## التركيب الجسمي للإنسان

- مقدمة
  - التركيب الجسمي للإنسان
  - الشحوم الأساسية والشحوم المخزنة
  - الطرق المستخدمة في قياس التركيب الجسمي
  - التركيب الجسمي والأداء البدني
  - التركيب الجسمي لدى الرياضيين
  - للتدريب البدني ونسبة الشحوم في الجسم
- تجربة رقم (٢١) تقدير نسبة الشحوم عن طريق الوزن تحت الماء
- تجربة رقم (٢٢) تقدير نسبة الشحوم عن طريق قياس سمك طبقة الجلد
- تجربة رقم (٢٣) تقدير نسبة الشحوم بواسطة القياسات الجسمانية (طريقة بيك)



## مقدمة

إن القياس الدقيق للتركيب الجسمي يمكن من معرفة المقومات الأساسية التي يتكون منها الجسم (عظام ، عضلات ، شحوم) . ولقد اعتاد العامة على استخدام بعض المعايير (الجدول الخاصة بالطول والوزن) لمعرفة مدى ملائمة وزن الفرد مع طوله . وعلى الرغم من شيوع استعمال هذه الطريقة إلا أنها في واقع الأمر لا تأخذ في الاعتبار الفروق في التركيب الجسمي للفرد حيث يتم التعامل مع وزن الفرد الكلي بدون النظر إلى نسبة وزن الشحوم ونسبة وزن الأجزاء غير الشحمية (العظام والعضلات بصفة رئيسية) . ولهذا فقد يمكن تصنيف فردا ضخم الجسم على أنه زائد الوزن بينما هو في الواقع من عمارسي رياضة بناء الأجسام وبالتالي فإن هذا الوزن الزائد ليس شحما بل هو عضلات .

ويعتبر مؤشر كتلة الجسم Body Mass Index من أسهل الطرق التي يمكن من خلالها التنبؤ بالسمنة ، وتستخدم هذه عندما لا تتوفر أية إمكانية لمعرفة التركيب الجسمي بالطرق الأخرى الأكثر دقة .

$$\text{مؤشر كتلة الجسم} = \frac{\text{الوزن (كجم)}}{\text{مربع الطول (بالمتر)}}$$

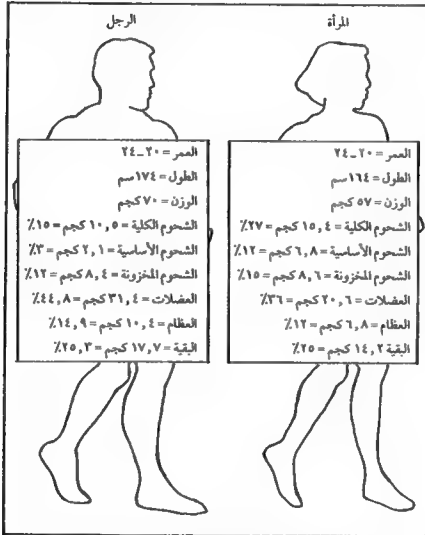
ويعتبر المؤشر في الحدود الطبيعية إذا كان لا يزيد عن ٢٥ للرجل أو ٢٧ للمرأة ، ويشير إلى سمنة متوسطة عندما يكون بين ٢٥ - ٢٧ للرجل وبين ٢٧ - ٣٠ للمرأة ، أما إذا تجاوز المؤشر رقم ٢٧ للرجل أو رقم ٣٠ للمرأة فيشير ذلك إلى بدانة عالية .

وتكمن أهمية معرفة التركيب الجسمي للإنسان كذلك في أنها تمكنا من التعرف بدقة على التغيرات التي تحدث في تركيب الجسم من جراء برنامج تدريب بدني أو برنامج حمية غذائية بغرض خفض الوزن ، فالحصول

على وزن الفرد قبل البرنامج التدريبي وبعده لا يعطينا أي مؤشر على التغيرات في نسبة الشحوم في الجسم حيث إن المرغوب فيه هو خفض الشحوم والإبقاء على العضلات .

### التركيب الجسمي للإنسان

يتركب جسم الإنسان من ثلاثة مقومات أساسية هي العضلات ، والشحوم ، والعظام . ويوضح الشكل رقم (٢١-١) نمودجا نظريا للتركيب الجسمي لكل من الرجل والمرأة .



شكل رقم (٢١-١) : النموذج النظري لبنكي (Behnke) موضحا فيه التركيب الجسمي لكل من الرجل والمرأة.  
(المصدر : ( Behnke & Wilmore, 1974; McArdle et al., 1981 )

## الشحوم الأساسية والشحوم المخزنة

يمكن تقسيم الشحوم في الجسم إلى شحوم أساسية (Essential fat) وشحوم مخزنة (Storage fat)، وتوجد الشحوم الأساسية في نخاع العظام ، والقلب ، والرئتين ، والكبد ، والطحال ، والكليتين ، والأمعاء وفي الجهاز العصبي المركزي ، وعند المرأة توجد الشحوم بالإضافة إلى ما سبق في الحوض والثديين . وتعتبر الشحوم الأساسية ضرورية جدا للعديد من الوظائف الفسيولوجية في الجسم ، وتصل نسبة الشحوم الأساسية هذه لدى الرجل إلى ٣٪ من وزن الجسم ، ويرتفع هذا الرقم إلى ١٢٪ عند المرأة .

أما الشحوم المخزنة فهي شحوم تتراكم وتخزن في الأنسجة الشحمية في الجسم (Adipose tissues) وتوجد الشحوم المخزنة في الأنسجة الشحمية المحيطة ببعض أجهزة الجسم بالإضافة إلى الحجم الكبير من الشحوم الموجودة تحت الجلد (Subcutaneous) .

وتشير الدراسات والأبحاث العلمية إلى أن متوسط نسبة الشحوم عامة في الجسم بها في ذلك الشحوم المخزنة يصل إلى ما بين ١٥-٢٠٪ عند الرجال وما بين ٢٢-٢٨٪ عند النساء، لكن هذه النسبة تقل إلى حد ما عند الرياضيين لتصل في المتوسط إلى ١٢٪ للرجال و ١٨٪ للنساء وأما من زادت لديه نسبة الشحوم عن ٢٥٪ من وزن الجسم لدى الرجال وعن ٣٠٪ من وزن الجسم لدى النساء فيعتبر على أية حال في عداد ذوي السمنة ، ومن المعروف أن السمنة تعتبر مصدرا خطورة للإصابة بالكثير من الأمراض المزمنة مثل أمراض القلب وارتفاع ضغط الدم ، والسكري ، وأمراض المفاصل .

ويلاحظ أن نسبة الشحوم تزداد مع التقدم في السن وخاصة بعد سن ٣٥ سنة ، ويعتقد أن مرد ذلك إلى حد جزئي لانخفاض الكبير في معدل النشاط البدني لدى الإنسان مع التقدم في العمر .

## الطرق المستخدمة في قياس التركيب الجسمي

هناك العديد من الطرق والإجراءات لمعرفة التركيب الجسمي للإنسان ، حيث يتم في بعضها تحديد نسبة الشحوم ومن ثم معرفة نسبة الأجزاء الأخرى غير الشحمية ، ويتم في البعض الآخر محاولة تقدير نسبة العضلات والعظام ومن ثم يتم تحديد نسبة الشحوم في الجسم وهكذا . وتجدر الإشارة إلى أن بعض هذه الطرق أكثر تعقيدا من البعض الآخر مما يجعلها طرقا غير عملية وعلى نطاق محدود جدا . ويجب أيضا ملاحظة أن جميع الطرق المستخدمة باستثناء التحليل المباشر للدهن تعتبر طرقا غير مباشرة ، ولذلك فهي تقدم نسبة الشحوم ونسبة الأجزاء الأخرى غير الشحمية . وسوف نستعرض باختصار الطرق الشائعة في تحديد التركيب الجسمي للإنسان :

## ١- التحليل المباشر للجثث

ويتم في هذه الطريقة تحليل الجثث مباشرة عن طريق تشريح الأنسجة التي يتكون منها جسم الإنسان مما يتطلب جهداً كبيراً، ولهذا نجد أن هناك عدداً قليلاً جداً من الدراسات الدقيقة التي تمت بهذه الصورة على جسم الإنسان رغم أن هناك عدداً كبيراً من الدراسات التي تم فيها تحليل جثث الحيوانات المختلفة وخاصة الصغيرة الحجم منها .

## ٢- التحليل الكيموحيوي

وتتم في هذه الطريقة معرفة نسبة الشحوم ونسبة الأجزاء غير الشحمية باستخدام بعض الأساليب الكيموحيوية التي تتفاوت في دقتها إلى أخرى وستعرض لبعض منها :

أ- عن طريق قياس محتوى البوتاسيوم  $^{40}K$  في الجسم

ويتم في هذه الطريقة قياس كمية البوتاسيوم  $^{40}K$  في الجسم والذي يوجد بشكل مكثف في الأجزاء غير الشحمية (العضلات بشكل رئيسي) وذلك بواسطة أجهزة خاصة . ومن ثم يمكن حساب وزن الأجزاء غير الشحمية في الجسم عن طريق معادلة حسابية تأخذ في الاعتبار أن كل كيلوجرام من الأجزاء غير الشحمية يحتوي على كمية من البوتاسيوم  $^{40}K$  تساوي ٦٦ جم ، كالتالي :

$$\text{وزن الأجزاء غير الشحمية} = \frac{\text{محتوى الجسم من البوتاسيوم } ^{40}K}{٦٦ \text{ جم/كجم من وزن الأجزاء غير الشحمية}}$$

## ب- عن طريق قياس المحتوى للمائي في الجسم

وتعتمد هذه الطريقة على افتراض أن المحتوى المائي في الأجزاء غير الشحمية في الجسم يساوي ٧٣,٢٪، ولهذا فيمكن تقدير الكمية الكلية من الماء في الجسم ومن ثم حساب وزن الأجزاء غير الشحمية في الجسم كالتالي:

$$\text{وزن الأجزاء غير الشحمية} = \frac{\text{الكمية الكلية للماء في الجسم}}{٧٣,٢} \times ١$$

إذن : وزن الشحوم = الوزن الكلي للجسم - وزن الأجزاء غير الشحمية .

وتتم معرفة كمية المحتوى المائي في الجسم بعدة طرق معظمها تعتمد على حقن أو شرب مواد دالة (Tracer) تنلوث في سوائل الجسم، ومن ثم عن طريق معرفة تركيز هذه المواد قبل تناولها ثم تركيزها بعد أن تتوزع في سوائل الجسم (بواسطة أخذ عينة من الدم أو من البول)، يمكن معرفة كمية الماء في الجسم .



جـ - عن طريق قياس محتوى بعض الغازات التي تذوب في الشحوم هناك بعض الغازات الحاملة التي تذوب مثل غاز الكريبتون (Krypton) والسايبكلوبروبين (Cyclopropane) ، وبالتالي فيمكن معرفة وزن الأجزاء الشحمية في الجسم عن طريق قياس كمية الغازات التي تذوب فيها . ورغم أن هذه الطريقة تعتبر ناجحة في الحيوانات الصغيرة حيث إن الفترة التي يستغرقها الجسم لأخذ وامتصاص تلك الغازات قصيرة إلا أن تلك الفترة لدى الإنسان تعتبر طويلة مما يجعلها طريقة غير عملية .

٣ - بواسطة الأشعة فوق الصوتية : (Ultrasound)  
تمتلك أنسجة كل من العظام والعضلات والشحوم كثافة (Density) مختلفة ، ولهذا فيمكن من خلال الموجات العالية التردد التمييز بين هذه الأنسجة . لكن وعلى الرغم من استعمال هذه الطريقة بكثرة في الحيوانات إلا أن استخدامها في الدراسات الخاصة بتقدير التركيب الجسمي لدى الإنسان محدود .

٤ - التحليل بواسطة أشعة اكس : (Radiographic analysis)  
تستخدم هذه الطريقة لمعرفة التركيب الجسمي نظرا لقدرة أشعة اكس على التمييز بين الطبقات المختلفة من الجلد ، والشحوم ، و العضلات والعظام وتستخدم في هذا الإجراء جرعة من الأشعة ذات قوة كهربية عالية (High Voltage) ولفترة قصيرة جدا . حيث يتم الحصول على صورة الأشعة لمنطقة الذراع واليد معدودة بشكل أفقي ، ومن خلال قياسات ومعادلات يمكن تقدير نسبة الأنسجة المختلفة في الذراع ومن ثم نشق منها الشحوم في الجسم .

٥ - قياس كثافة الجسم (Body density)  
هذه الطريقة مبنية على افتراض أن الجسم مكون من جزءين (Compartments) : جزء يمثل الأنسجة الشحمية (الشحوم) وجزء آخر يمثل الأنسجة غير الشحمية (العضلات والعظام) . ولأن لكل جزء كثافة معينة فلقد تم التسليم بأن كثافة الأنسجة الشحمية تساوي ٠,٩ جم/مليتر وكثافة الأنسجة غير الشحمية تساوي ١,١ جم/مليتر (تجدر الإشارة إلى أن كثافة الماء عند درجة حرارة ٣٩,٢ فهرنهايت أو ٤ درجات مئوية تساوي واحدا صحيحا ١,٠) . وعلى هذا فالكثافة الكلية للجسم هي خليط من الكثافتين تبعاً لاحتواء الجسم على نسبة عالية من أي من الجزئين الشحمي وغير الشحمي وعليه فقد تم حساب نسبة الأجزاء الشحمية عن طريق معادلات حسابية تتضمن كلا من الكثافتين ، وهذا فعلا ما قام به العالم سيري (Siri) حيث قدم المعادلة التالية :

$$\text{نسبة الشحوم في الجسم} = \frac{4,900}{100 \times (4,000 - \text{الكثافة})}$$

ولقد قدم عالم آخر هو برونزيك (Brozek) معادلة أخرى يتم فيها الحصول على نسبة الشحوم في الجسم بناء على الأساميات نفسها التي اعتمد عليها سيري من قبل وهي كالتالي :

$$\text{نسبة الشحوم في الجسم} = \frac{4,070}{100 \times (4,142 - \text{الكتلة})}$$

والجدير بالذكر أن حساب نسبة الشحوم بواسطة أي من المعادلتين يعطي نتائج متقاربة جداً .

### التركيب الجسمي والأداء البدني

بالإضافة إلى الدور الوراثي يلعب كل من الغذاء والتدريب البدني دوراً مهماً في تشكيل تركيب الجسم . وعلى الرغم من عدم إمكانية تغيير التأثير الوراثي على تركيب الجسم إلا أن التدريب البدني والغذاء من العوامل التي يمكن التحكم فيها . وستناول في هذا الجزء وصفاً للتركيب الجسمي لبعض الرياضيين في رياضات مختلفة في محاولة لفهم العلاقة بين التدريب البدني والتركيب الجسمي .

### التركيب الجسمي لدى الرياضيين

عند النظر في الدراسات التي أجريت بفرض معرفة وتحليل التركيب الجسمي للرياضيين في كل من دوري الألعاب الأولمبية في طوكيو وفي مكسيكو سيتي يتضح أن لاعبي السلة والتجديف ولاعبي الرمي في مسابقات ألعاب القوى يتميزون بأطوال وأوزان مرتفعة مقارنة بالآخرين ، ويلاحظ كذلك أنهم يمتلكون نسبة عالية من العضلات وكذلك من الشحوم ، بينما نلاحظ أن متسابقى الماراثون والمسافات الطويلة يمتلكون أقل نسبة من الشحوم في أجسامهم .

وعند إلقاء نظرة على الرياضيين بصفة عامة، نجد كذلك أن رياضي الجمباز يتميزون بجسم عضلي، وتقل نسبة الشحوم لديهم ، كما تقل نسبة الشحوم لدى عدائي المسافات الطويلة والماراثون بينما تزداد نسبة الشحوم عند رياضي الرمي في ألعاب القوى (القرص - الجلة - المطرقة) . ويمتلك رياضيو كمال الأجسام نسبة عالية من العضلات ونسبة منخفضة من الشحوم في أجسامهم .

وعلى الرغم من أن العديد من الرياضات تتطلب نسبة منخفضة من الشحوم من أجل أداء متفوق فالملاحظ أن رياضة السباحة وخاصة المسافات الطويلة منها تتأثر (من الناحية النظرية) بانخفاض نسبة الشحوم في الجسم لما للشحوم من دور في عملية الطفو . فلو افترضنا أن شخصاً يزن ٨٠ كجم ونسبة الشحوم لديه تساوي ٢٠٪ من وزن الجسم، فإن وزن جسمه تحت الماء سيكون حوالي ٣ كجم . بينما نرى شخصاً آخر يزن ٨٠ كجم ونسبة الشحوم لديه تساوي ٣٠٪ من وزن الجسم فإن وزن جسمه تحت الماء سيكون أقل من ٣ كجم . وبالتالي فإن الشخص الثاني سيكون أكثر قدرة على الطفو . إلا أن قدرة السباح على دفع جسمه في الماء تتطلب قوة عضلية

وتعمل على أية حال وبالتالي فإن الفرد أو الرياضي الزائد السمنة لن يتمكن من توفير تلك القوة والتحمل العضلي. ويوضح الجدول رقم (٢١-١) التركيب الجسمي لمجموعة من الرياضيين في ألعاب متعددة.

جدول رقم (٢١-١): التركيب الجسمي لمجموعة من الرياضيين الذكور في ألعاب متعددة.  
من مصادر متعددة

نوع الرياضة	العمر (سنة)	الطول (سم)	الوزن (كجم)	نسبة الشحم %
كرة السلة	٢٧,٤	١٨٣,١	٨٨,٠	١٢,٦
جيباز	٢٠,٣	١٧٨,٥	٦٩,٢	٤,٦
هوكي الجليد	٢٦,٣	١٨٠,٣	٨٦,٧	١٥,١
التزلج على الجليد	٢٥,٩	١٧٦,٦	٧٤,٨	٧,٤
سباحة	٢١,٨	١٨٢,٣	٧٩,١	٨,٥
العاب قوى	٢٢,٥	١٧٧,٤	٦٤,٥	٦,٣
مسافات طويلة	٢٨,٣	١٨٦,١	١٠٤,٧	١٦,٤
رمي القرص	٢٧,٠	١٨٨,٢	١١٢,٥	١٦,٥
الجللة	(٢٤-١٨)	١٧٢,٥	—	١٠
عدو سريع				
رفع أثقال	٢٤,٩	١٦٦,٤	٧٧,٢	٩,٨
بناء أجسام	٢٩,٠	١٧٢,٤	٨٣,١	٨,٤
مصارعة	٢٧,٠	١٧٦,٠	٧٥,٧	١٠,٧
مجموعة من الرياضيين	٢٨-١٨	—	—	١٣
غير محاربين	٢٨-١٨	—	—	١٦

### التدريب البدني ونسبة الشحوم في الجسم

من التأثيرات الواضحة للتدريب البدني انخفاض نسبة الشحوم في الجسم والإبقاء على العضلات . وكما هو معروف فإن ارتفاع نسبة الشحوم شيء غير مرغوب فيه في أغلب الرياضات إن لم يكن جميعها . وتشير جميع الدراسات التي أجريت بفرض معرفة تأثير التدريب البدني على نسبة الشحوم في الجسم إلى أن نسبة الشحوم تنخفض من جراء التدريب البدني ، ويعتمد هذا الانخفاض على نوعية التدريب البدني وشدته وعلى نسبة الشحوم قبل التدريب البدني . ومن الملاحظ أن التدريب البدني لا يؤدي فقط إلى انخفاض نسبة الشحوم في الجسم بل ويعمل على الحفاظ على العضلات ، وقد تزداد نسبة الأجزاء غير الشحمية في الجسم من جراء ذلك .

## تجربة رقم (٢١)

### تقدير نسبة الشحوم عن طريق الوزن تحت الماء

- الأساس النظري
- الأدوات المستخدمة
- الإجراءات



## الأساس النظري

سيتم أولاً تحديد كثافة الجسم (Body density) عن طريق الوزن تحت الماء ثم تطبيق معادلة سيري (Siri) لتحديد نسبة الشحوم في الجسم ، والمعروف أنه يمكن تحديد كثافة أي جسم عن طريق المعادلة التالية :

$$\text{معادلة (١)} \quad \frac{\text{الوزن}}{\text{الحجم}} = \text{الكثافة}$$

ويتضح من المعادلة أن تحديد الكثافة يتطلب معرفة الحجم . وفي الواقع يمكن معرفة حجم الجسم بعدة طرق ، وسوف نستعرض أكثرها شيوعاً واستخداماً وهي طريقة الوزن تحت الماء (Hydrostatic weighing) ، حيث يتم في هذه الطريقة استخدام نظرية العالم الأغريقي أرخميدس (Archimedes) والتي تقول : عند غطس جسم في سائل (في هذه الحال الماء) فإن حجم الجسم الكلي يساوي مقدار ما فقده من وزن في الماء مع اعتبار كثافة الماء عند درجة الحرارة أثناء الوزن ، وعليه فإن :

$$\text{معادلة (٢)} \quad \frac{(\text{وزن الجسم في الهواء} - \text{وزن الجسم في الماء})}{\text{كثافة الماء}} = \text{حجم الجسم}$$

عل أن هنالك عاملاً آخر يجب أن يؤخذ في الاعتبار ألا وهو حجم الهواء في الرئتين ، فعلى الرغم من أن المفحوص يقوم بإخراج أكبر كمية من هواء الزفير قبل القيام بالغطس في الماء ، إلا أن هناك حجماً من الهواء لا يمكن إخراجه من الرئتين ألا وهو الحجم المتبقي الذي علينا أخذه في الاعتبار حيث يمكن قياسه أو تقديره . وعليه تصبح المعادلة (٢) كالآتي :

$$\text{معادلة (٣)} \quad \text{حجم الجسم} = \left( \frac{\text{وزن الجسم في الهواء} - \text{وزن الجسم في الماء}}{\text{كثافة الماء}} \right) + \text{الحجم المتبقي}$$

وبالنظر في معادلة رقم (١) ومعادلة رقم (٣) تصبح الكثافة :

$$\text{الكثافة} = \frac{\text{وزن الجسم في الهواء}}{\left( \frac{\text{وزن الجسم في الهواء} - \text{وزن الجسم في الماء}}{\text{كثافة الماء}} \right) - \text{الحجم المتبقي (بالتر)}}$$

ولتوضيح الطريقة بشكل أكثر نعطي المثال التالي :

وزن الجسم في الهواء = ٧٠ كجم .

وزن الجسم في الماء = ٣ كجم .

الحجم المتبقي = ١٢٠٠ مليلتر

كثافة الماء عند درجة الحرارة ٣٦ = ٩٩٣٧ .

$$\text{الكثافة} = \frac{٧٠}{\frac{٣ - ٧٠}{١,٢ - ٠,٩٩٣٧}} = ١,٠٥٧٠٠٦$$

وباستخدام معادلة سيري يمكن معرفة نسبة الشحوم في الجسم كالتالي :

$$\text{نسبة الشحوم في الجسم} = \frac{٤,٩٥٠}{١٠٠ \times (٤,٥٠٠ - \text{الكثافة})}$$

$$= \frac{٤,٩٥٠}{١٠٠ \times (٤,٥٠٠ - ١,٠٥٧٠٠٦)} = ١٨,٣\%$$

$$\text{وزن الشحوم في الجسم} = \frac{\text{نسبة الشحوم}}{١٠٠} \times \text{وزن الجسم الكلي}$$

$$= \frac{١٨,٣}{١٠٠} \times ٧٠ = ١٢,٨١ \text{ كجم}$$



وزن الأجزاء غير الشحمية = وزن الجسم الكلي - وزن الشحوم

$$= ٧٠ - ١٢,٨١$$

$$= ٥٧,١٩ \text{ كجم}$$

وتعتبر طريقة تحديد التركيب الجسمي بواسطة معرفة كثافة الجسم والوزن تحت الماء من أكثر الطرق العملية المستخدمة الآن في أغراض البحوث العلمية ، كما تعتبر المحك الذي يقاس عليه مدى صلاحية الكثير من الطرق الأخرى ودقتها وخاصة الطرق الميدانية مثل قياس سمك طية الجلد والقياسات الجسمية .

### الأدوات المستخدمة

● حوض ذو أبعاد لا تقل عن ١٣٠ سم × ١٣٠ سم × ١٣٠ سم به ماء يمكن التحكم في درجة حرارته، ويحتوي على مقياس درجة الحرارة ( ثرمومتر ) مع توافر نظام يكتفل تسخين الماء أو ترويده بماء ساخن مع تصريف للمياه - انظر الشكل رقم (٢١-٢) .

● كرسي من البلاستيك خفيف الوزن معلق من أعلى الحوض حتى يتمكن المفحوص من الجلوس عليه ثم الغوص في الماء ويكون متصلاً بميزان دقيق ليتم وزن المفحوص تحت الماء .

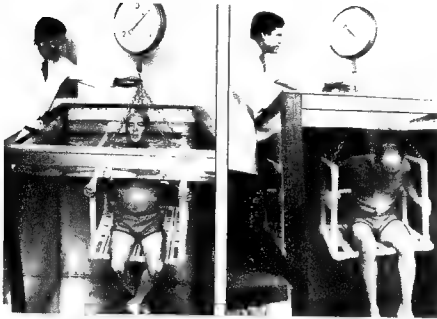
● ميزان دقيق ليتم وزن المفحوص فوق الأرض .

● جهاز قياس وظائف الرئتين (سبيروميتر) لقياس السعة الحيوية من أجل تقدير الحجم المتبقي .\*

● عندما لا يتوافر حوض الماء ذو الأبعاد المذكورة، يمكن استخدام بركة سباحة ويعلق الكرسي والميزان من عارضة مثبتة على قائم على طرف البركة وبالتالي يمكن الحصول على وزن الجسم تحت الماء . انظر شكل رقم (٢١-٣) .

---

● وهو حجم الهواء المتبقي في الرئتين بعد أقصى زفير يمكن حيث لا يمكن إخراج جميع الهواء من الرئتين ، ويؤثر هذا الهواء على عملية الطفو قليلاً وبالتالي على تحديد الكثافة، لذا يجب أخذه في الاعتبار . وفي الأوضاع المثل يتم قياس هذا الحجم بما يسمى إحتلال غازات معينة مثل النتروجين أو الهيليوم، ولكن ذلك يتطلب أجهزة خاصة قد لا تتوافر ، ولذا يمكن تقديره بدرجة قريبة جداً من القياس .



شكل رقم (٢١-٢): طريقة الوزن تحت الماء لتحديد نسبة الدهون في الجسم:

(المصدر: *The Physician & Sports Medicine*, 1985, 13(5):78.)

شكل رقم (٢١-٣): طريقة الوزن تحت الماء باستخدام بركة سباحة في حالة تعذر وجود حوض مجهز.

## الإجراءات

- ١- يتم أولاً تحديد الوزن فوق الأرض إلى أقرب ١٠٠ جم والمقصود مرتدياً سروالاً فقط .
- ٢- يتم تحديد الحجم المتبقي من الهواء في الرئتين أو تقديره بأحدى الطرق التالية (Wilmore 1969)
  - أ - الرجال : ٠,٢٤ × السعة الحيوية .
  - النساء : ٠,٢٨ × السعة الحيوية .
- ب- عند عدم توافر جهاز لقياس السعة الحيوية يمكن تقديره كالتالي :
  - الرجال : ١٣٠٠ مليلتر .
  - النساء : ١١٠٠ مليلتر .
- ٣- يطلب من المقيس النزول في الحوض والجلوس على الكرسي حتي يتعود على درجة حرارة الماء ، ومن ثم عليه إخراج أكبر كمية من الهواء مع الغوص في الماء ببطء والاستمرار في إخراج الهواء من الرئتين ، عندما يفوق المقيس المقيس تماماً ويتوقف خروج فقاعات الهواء من الماء يتم تسجيل قراءة الميزان على أنه الوزن تحت الماء .
- ٤- تتم إعادة العملية على الأقل ٣ مرات ويسجل أقل وزن تحت الماء .
- ٥- تسجل حرارة الماء ويتم أخذها في الاعتبار عند تحديد كثافة الماء كما هو موضح في الجدول رقم (٢١-٢) .
- ٦- يتم تحديد كثافة الجسم على النحو التالي :

$$\text{كثافة الجسم} = \frac{\text{وزن الجسم في الهواء}}{\left( \frac{\text{وزن الجسم في الهواء} - \text{وزن الجسم في الماء}}{\text{كثافة الماء}} \right) - \text{الحجم المتبقي (لتر)}}$$

- ٧- يتم تحديد نسبة الشحوم في الجسم باستخدام معادلة سيري على النحو التالي :

$$\text{نسبة الشحوم في الجسم} = \left( \frac{4,950}{\text{كثافة الجسم}} - 4,000 \right) \times 100$$

- ٨ - يتم تحديد نسبة الأجزاء غير الشحمية في الجسم كالتالي :  
نسبة الأجزاء غير الشحمية = ١٠٠ - نسبة الشحوم .

- ٩- اذن وزن الشحوم = وزن الجسم  $\times$  نسبة الشحوم .  
 ووزن الأجزاء غير الشحمية = وزن الجسم - وزن الشحوم  
 ١٠- يمكن تسجيل البيانات على ورقة تسجيل البيانات في جدول رقم (٢١-٣) .

جدول رقم (٢١ - ٧) : كثافة الماء عند درجات الحرارة المختلفة \*

كثافة الماء	درجة حرارة الماء (°م)	كثافة الماء	درجة حرارة الماء (°م)
٠,٩٩٥٠٥٧	٣٢	١,٠٠٠٠٠٠	٤
٠,٩٩٤٧٣٤	٣٣	٠,٩٩٧٥٦٩	٢٣
٠,٩٩٤٤٠٣	٣٤	٠,٩٩٧٣٢٧	٢٤
٠,٩٩٤٠٦٣	٣٥	٠,٩٩٧٠٧٥	٢٥
٠,٩٩٣٧١٦	٣٦	٠,٩٩٦٨١٤	٢٦
٠,٩٩٣٣٦٠	٣٧	٠,٩٩٦٥٤٤	٢٧
٠,٩٩٢٩٩	٣٨	٠,٩٩٦٢٦٤	٢٨
٠,٩٩٢٦٢	٣٩	٠,٩٩٥٩٧٦	٢٩
٠,٩٩٢٢٤	٤٠	٠,٩٩٥٦٧٨	٣٠
		٠,٩٩٥٣٧٢	٣١

\* من مصادر متعددة .

جدول رقم (٢١-٣) : ورقة تسجيل البيانات: تقدير نسبة الشحوم بواسطة الوزن تحت الماء .

(١) الوزن فوق الأرض = ----- كجم .

(٢) الحجم المئقي = ----- لتر .

(٣) الوزن تحت الماء = ----- كجم .

(٤) كثافة الماء = ----- (انظر جدول رقم ٢١-٢) .

(٥) الوزن في الهواء — الوزن في الماء = ----- كجم .

(٦) كثافة الجسم = -----

(٧) نسبة الشحوم =  $\frac{٤,٩٥}{١٠٠ \times (٤,٥٠ - \dots)}$

(٨) نسبة الأجزاء غير الشحمية = -----

(٩) وزن الشحوم = -----

(١٠) وزن الأجزاء غير الشحمية = -----



### تقدير نسبة الشحوم عن طريق قياس سمك طية الجلد

- الأساس النظري
- تعليقات بشأن قياس سمك طية الجلد
- المناطق الأكثر شيوعاً في قياس سمك طية الجلد
- كيفية قياس سمك طية الجلد
- معادلات التنبؤ بنسبة الشحوم في الجسم
- إجراءات التجربة





## الأساس النظري

على الرغم من أن طريقة الوزن تحت الماء وقياس كثافة الجسم تعتبر من أفضل الطرق لتحديد نسبة الشحوم في الجسم، إلا أن ذلك يتطلب توافر مختبر يحتوي على الأدوات والأجهزة المناسبة . ولها جاءت الحاجة إلى طرق أخرى يمكن بواسطتها التنبؤ بنسبة الشحوم في الجسم ولا تحتاج إلا لأدوات بسيطة ويمكن تطبيقها على عدد كبير من المفحوصين . ومن هذه الطرق قياس سمك طية الجلد أو (Skinfold thickness) .

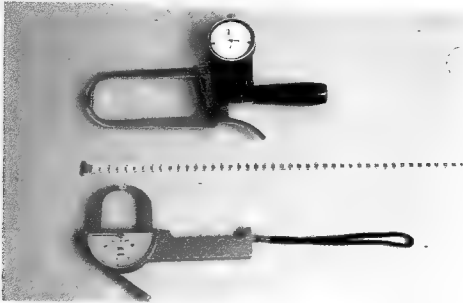
ولأن أكثر من نصف الشحوم المخزنة في الجسم موجود تحت الجلد، فإن معرفة كمية هذه الشحوم تعطي مؤشرا على نسبة الشحوم الكلية في الجسم، حيث يتم في هذه الطريقة قياس سمك طية الجلد في مناطق معينة من الجسم بواسطة جهاز خاص يسمى مقياس سمك طية الجلد (Skinfold caliper). وتعتبر أكثر المناطق شيوعا كمواقع لقياس سمك طية الجلد : منطقة العضلة ذات الرؤوس الثلاثة (triceps) والمنطقة تحت لوح الكتف (Subscapular) والمنطقة فوق عظم الحرقفة (Suprailiac)، ومنطقة البطن (Abdominal)، ومنطقة الفخذ (Thigh) ومنطقة الصدر (Chest) .

ويتطلب استخدام مقياس سمك طية الجلد تدريبا جيدا على طريقة القياس وعلى معرفة المكان الصحيح بالضبط حتى لا يحدث تفاوت في القياسات المختلفة. وتتأثر القراءات من جراء قيام أكثر من شخص واحد بعملية القياس خاصة عند عدم توافر الخبرة والتدريب الجيد .

ويمكن استخدام قراءات سمك طية الجلد مباشرة كمؤشر على السمنة عند مقارنتها بمعايير لمجموعة من الناس أو عند مقارنة سمك طية الجلد لفرد ما قبل التدريب البدني وبعده . ويمكن كذلك محاولة تحويل قراءات سمك طية الجلد إلى نسبة الشحوم في الجسم عن طريق جمع ثلاث أو خمس من قراءات سمك طية الجلد من مناطق مختلفة ووضعها في معادلات تتنبأ بنسبة الشحوم في الجسم مأخوذة من دراسات تشير إلى العلاقة بين سمك الجلد ونسبة الشحوم في الجسم التي تم تحديدها بالوزن تحت الماء .

### تعليمات بشأن قياس سمك طية الجلد

١- استخدم دائماً جهاز قياس معاييراً يتميز بثبات مقبول فيما يتعلق بشدة ضغط فكي الجهاز، ويجب ألا يقل هذا الثبات عن ١٠ جم / مم<sup>١</sup> على طول مدى الجهاز . ومن أشهر أجهزة قياس سمك طية الجلد نوع هاربتندن (Harpenden)، وكذلك نوع لانغ (Lange) والمعروف أن قوة ضغط فكي جهاز هاربتندن تساوي ١٠ جم / مم<sup>١</sup> (انظر الشكل رقم ٢٢-١) .



شكل رقم (٢٢-١) : بعض أجهزة قياس سمك طية الجلد ويبدو في أعلى الصورة جهاز هاربتندن وفي أسفلها جهاز لانغ (الصورة من مختبر وظائف أعضاء الجهد البدني - قسم التربية البدنية - جامعة الملك سعود) .

٢- يجب أن تؤخذ جميع القياسات من قبل شخص واحد متدرب على الطريقة الصحيحة لاستخدام المقياس ومواقع المناطق التشريحية ، فذلك من شأنه التقليل من التفاوت الناتج من عملية القياس (تقليل خطأ القياس) .

٣- يجب أن تؤخذ القياسات من جهة واحدة في الجسم باستمرار . والجدير بالذكر أن جهة اليمين تستخدم في أمريكا الشمالية، بينما جهة اليسار تستخدم في أوروبا .

٤- يجب أن تؤخذ جميع القياسات في أول النهار (إن أمكن ذلك) حتى يمكن تجنب التغيرات الناتجة عن اختلاف المحتوى المائي في الجسم (Hydration) .

### المناطق الأكثر شيوعاً في قياس سمك طية الجلد

يوجد العديد من المناطق في الجسم لقياس سمك طية الجلد إلا أن أكثرها شيوعاً ما يلي (انظر الشكل رقم

٢٢-٢):

١- سمك طية الجلد في منطقة الصدر (Chest) :  
وتكون ثنية مائلة (Diagonal fold) في منتصف الخط الرأسي بين الأبط وحلمة الصدر بالنسبة للرجال ويكون أقرب إلى الأبط (ثلث المسافة) للنساء .

٢- سمك طية الجلد في منطقة العضلة ذات الرأس الثلاثة (Triceps) :  
وتكون ثنية أفقية (Vertical) في الجلد فوق العضلة ذات الرأس الثلاثة في منتصف المسافة بين التواء المرفقي (Olecranon process) والتواء الأخرمي (Acromion) عندما يكون مفصل المرفق ممتداً .

٣- سمك طية الجلد في منطقة ما تحت عظم لوح الكتف (Subscapular) :  
وتكون ثنية مائلة (Diagonal) تحت الزاوية السفلى (١-٢سم) لعظم لوح الكتف باتجاه العمود الفقري .

٤- سمك طية الجلد في منطقة البطن (Abdominal) :  
وتكون ثنية أفقية (Vertical) على جانب السرة (تبعد حوالي ٢سم منها) .

٥- سمك طية الجلد فوق العظم الخرققي (Suprailiac) :  
وتكون ثنية مائلة (Diagonal) فوق عظم الخرققة مباشرة .

٦- سمك طية الجلد في منطقة الفخذ (Thigh) :  
وتكون ثنية أفقية (Vertical) في الجهة الأمامية وفي منتصف المسافة بين مفصل الركبة ومفصل الورك .

٧- سمك طية الجلد في منطقة الساق (Calf) :  
وتكون ثنية أفقية (Vertical) في الجهة الأنسية عند أكبر محيط للساق .

ورغم تعدد مناطق قياس سمك طية الجلد إلا أن، لكل باحث خياراً خاصاً بناء على عدة اعتبارات منها سهولة الوصول إلى المنطقة وتنوع العينة (نساء ، رجال ، أطفال ، كبار السن .. الخ) . ورغم شيوع المناطق السبع السابقة الذكر إلا أن أكثرها شهرة أيضاً سمك طية الجلد في منطقة العضلة ذات الرأس الثلاثة وتحت



(١) سمك طية الجلد في منطقة الصدر



(٢) سمك طية الجلد في منطقة العضلة ذات الرأس الثلاثة



(٣) سمك طية الجلد في المنطقة تحت عظم لوح الكتف

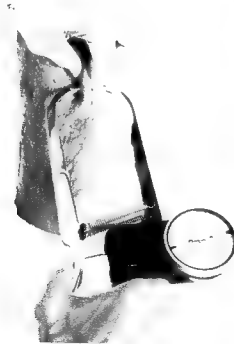


(٤) سمك طية الجلد في منطقة البطن

شكل رقم (٢٢-٢٧) : أكثر المناطق شيوعاً في قياس سمك طية الجلد مع توضيح لكيفية القياس (الصور من غير وظائف أعضاء الجهد البدني- قسم التربية البدنية- جامعة الملك سعود).



(٦) سمك طية الجلد في منطقة الفخذ

(٥) سمك طية الجلد فوق العظم  
الخرقي

(٧) سمك طية الجلد في منطقة الساق

عظم لوح الكتف . والجدير بالذكر أن ملاحظتنا الأولية على الرياضيين والشباب السعودي تشير إلى أن أكثر المناطق سهولة وثباتاً لقياس سمك الجلد لديهم هي منطقة العضلة ذات الرؤوس الثلاثة وتحت عظم الكتف وفوق العظم الحرقفي .

### كيفية قياس سمك طية الجلد

إن الطريقة المثلى لقياس سمك طية الجلد تتم على النحو التالي (انظر الشكل رقم ٢٢-٢) :

- ١- يتم أولاً تحديد المنطقة التشريحية بوضوح تام .
- ٢- يقوم الفاحص مستخدماً إحدى يديه برفع ثنية الجلد بواسطة الإبهام والسبابة إلى حوالي ٢ سم بعيداً عن العضلات .
- ٣- يضع الفاحص فكي الجهاز برفق على ثنية الجلد ثم يرخي (يطلق) قابض الفكين ويقراً السمك مباشرة .
- ٤- عند الانتهاء من أخذ القراءة يجب تجنب سحب فكي الجهاز مباشرة من فوق الجلد ، بل يتم ضغط فكي الجهاز ثم إبعاده حتى لا يتخذه الجلد .

### معادلات التنبؤ بنسبة الشحوم في الجسم من قياسات سمك طية الجلد

هناك العديد من المعادلات التي تقدر نسبة الشحوم في الجسم مباشرة من خلال قياسات سمك طية الجلد في موضعين أو أكثر ، ونجد أن بعض هذه المعادلات تقدر كثافة الجسم ، وبالتالي فما عليك بعد ذلك إلا تطبيق أي من معادلة سيرى (Siri) أو بروزيك (Brozek) ، وستطرق إلى بعض من هذه المعادلات :

معادلة سلون (Sloan) :

رجال :

$$\text{كثافة الجسم} = ١,٠٤٣ - ٠,٠٠١٣٢٧ (\text{سمك الجلد في الفخذ}) -$$

$$٠,٠٠١٣١ (\text{سمك الجلد تحت عظم لوح الكتف}) .$$

نساء :

$$\text{كثافة الجسم} = ١,٠٧٦٤ - ٠,٠٠٠٨١ (\text{سمك الجلد فوق العظم الحرقفي}) -$$

$$٠,٠٠٠٨٨ (\text{سمك الجلد فوق العضلة ذات الرؤوس الثلاثة}) .$$

ثم تطبق معادلة كيز و بروزيك (Keys & Brozek)

$$\text{نسبة الشحوم في الجسم} = \left( \frac{٤,٢٠١}{١٠٠ \times (٣,٨١٣ - \text{كثافة الجسم})} \right)$$

معادلة درزن وومسلي (Durnin & Wommersley):

رجال ١٧ - ٧٢ :

كثافة الجسم = ١٧٠٤ - ٠,٧٣١ × لوغاريتم من

نساء ١٦ - ٦٨ :

كثافة الجسم = ١٣٢٧ - ٠,٦٤٣ × لوغاريتم من

حيث تمثل س : مجموع كل من سمك الجلد فوق العضلة ذات الرأس الثلاثة وسمك الجلد تحت عظم لوح الكف وسمك الجلد فوق العظم الحرقفي (مم).

ثم تطبق معادلة سيربي لتحديد نسبة الشحوم في الجسم كالتالي :

$$\text{نسبة الشحوم في الجسم} = \left( 4,90 - \frac{4,90}{\text{كثافة الجسم}} \right) \times 100$$

معادلة لوهمان (Lohman):

كثافة الجسم = ٠,٩٨٢ - ٠,٠٠٠٨١٥ × (سمك الجلد فوق العضلة ذات الرأس الثلاثة + سمك

الجلد تحت عظم لوح الكف + سمك الجلد بمنطقة البطن) + [٠,٠٠٠٠٠٠٨٤ × (سمك الجلد فوق

العضلة ذات الرأس الثلاثة + سمك الجلد تحت عظم لوح الكف + سمك الجلد بمنطقة البطن)]<sup>٢</sup>

ثم تطبق معادلة بروزيك لتحديد نسبة الشحوم كالتالي :

$$\text{نسبة الشحوم في الجسم} = \left( 4,570 - \frac{4,570}{\text{كثافة الجسم}} \right) \times 100$$

معادلة كاتش ومكردل (Katch & McArdle):

رجال (١٧-٢٦ سنة):

نسبة الشحوم في الجسم = ٤٣ (أ) + ٠,٥٨ (ب) + ١,٤٧

أ = سمك الجلد فوق العضلة الثلاثية الرؤوس (مم).

ب = سمك الجلد تحت عظم لوح الكف (مم).

نساء (١٧-٢٦ سنة):

نسبة الشحوم في الجسم = ٥٥ (أ) + ٠,٣١ (ب) + ٦,١٣

أ = سمك الجلد فوق العضلة الثلاثية الرؤوس (مم).

ب = سمك الجلد تحت عظم لوح الكف (مم).

معادلة جاكسون وبولوك (Jackson & Pollock) :

رجال (١٨-٦١ سنة) :

كتافة الجسم =  $1,1125025 - 0,001325 (I) + 0,0000055 (II) - 0,0002440 (ب)$   
 حيث تمثل أ = مجموع سمك الجلد فوق الصدر وفوق العضلة الثلاثية الرؤوس وتحت عظم لوح الكتف .  
 ب = العمر بالسنوات .  
 ثم تطبق معادلة سيري كالتالي :

$$\text{نسبة الشحوم في الجسم} = \frac{4,950}{\text{كتافة الجسم} \times (4,500 - \text{كتافة الجسم})}$$

نساء (١٨-٦١ سنة) :

كتافة الجسم =  $0,89733 - 0,0009245 (I) + 0,0000025 (II) - 0,0000979 (ب)$   
 حيث تمثل أ = مجموع سمك الجلد فوق العضلة الثلاثية الرؤوس وفوق العظم الحرقفي وفي منطقة البطن .  
 ب = العمر بالسنوات .  
 ومن ثم يتم تطبيق معادلة سيري كما في الرجال لتحديد نسبة الشحوم في الجسم .

معادلة بارزكوفا (Parizkova) :

العمر من ٩-١٢ سنة :

كتافة الجسم =  $1,108 - 0,027 (لوغاريتم سمك الجلد فوق العضلة الثلاثية الرؤوس) - 0,039 (لوغاريتم سمك الجلد فوق عظم لوح الكتف) .$

العمر من ١٣-١٨ سنة :

كتافة الجسم =  $1,130 - 0,055 (لوغاريتم سمك الجلد فوق العضلة الثلاثية الرؤوس) - 0,26 (لوغاريتم سمك الجلد فوق عظم لوح الكتف) .$   
 ثم يتم تطبيق معادلة سيري لتحديد نسبة الشحوم في الجسم .

معادلة بويليو ولوهمان (Boileau & Lohman) :

الرجال (٨-٢٩ سنة) :

نسبة الشحوم في الجسم =  $1,35 (مجموع سمك الجلد فوق العضلة الثلاثية الرؤوس وسمك الجلد تحت عظم لوح الكتف) - 0,12 (مجموع سمك الجلد فوق العضلة الثلاثية الرؤوس وسمك الجلد تحت عظم لوح الكتف) - 4,4 .$



النساء (٨-٢٩ سنة) :

نسبة الشحوم في الجسم = ١,٣٥ (مجموع سمك الجلد فوق العضلة الثلاثية الرؤوس وسمك الجلد تحت عظم لوح الكتف) - ٠,١٢ (مجموع سمك الجلد فوق العضلة الثلاثية الرؤوس وسمك الجلد تحت عظم لوح الكتف) ٢,٤ - ٢,٥ .

ومن الجدير بالإشارة أيضا أن لوهمان وزملاءه قد وضعوا معايير لمجموع سمك الجلد عند العضلة ذات الرؤوس الثلاثة وتحت لوح الكتف (ومن ثم لنسبة الشحوم في الجسم) لدى الأطفال . وهذه المعايير يوضحها الشكل البياني رقم (٢٢-٣) ، ويتم استخدامه بتحديد سمك الجلد أولا عند العضلة ذات الرؤوس الثلاثة وتحت لوح الكتف كما هو متبع ، ثم يتم جمعها والنظر في الرسم البياني ، ثم تحديد موقع سمك الجلد على الرسم ومعرفة الفئة التي ينتمي إليها .



شكل رقم (٢٢-٣) : يوضح معايير سمك الجلد ونسبة الشحوم لدى الأطفال .

المصدر : Lohman, JOSEPH, 1967, 58(9):98-102 .

## ملحوظة بالنسبة لتحديد نسبة الشحوم عند الأطفال

كما أوضحنا في الجزء الخاص بالتركيب الجسمي فإن جميع معادلات تحديد نسبة الشحوم في الجسم مبني على افتراض أن كثافة الشحوم حوالي ٩, ٠ جم/ مليلتر، والأجزاء غير الشحمية حوالي ١, ١ جم/ مليلتر ، إلا أن هناك الكثير من المختصين يعتقدون أن كثافة العظام لدى الأطفال أقل منها لدى الكبار، وبالتالي قد لا تنطبق عليهم هذه الافتراضات ، مما حدا لوهمان (Lohman) إلى اقتراح معادلة خاصة للأطفال بدل معادلة سيري أو بروزيك للكبار وهي كالتالي :

$$\text{نسبة الشحوم في الجسم} = \left( \frac{5,30}{\text{كثافة الجسم}} - 4,89 \right) \times 100$$

## إجراءات التجربة

- ١- على المفحوص أولاً خلع الملابس عن المناطق المراد قياس سمك جلدها .
- ٢- تحدد المناطق بوضوح بواسطة قلم أو ما شابه ذلك .
- ٣- يتم قياس سمك الجلد كما هو موضح في الجزء الخاص بكيفية قياس سمك الجلد .
- ٤- يتم أخذ ٣ قراءات ويسجل متوسطها على أساس أنه سمك الجلد في تلك المنطقة .
- ٥- تسجل البيانات في ورقة تسجيل البيانات في جدول رقم (٢٢-١) .
- ٦- يتم تحديد نسبة الشحوم في الجسم باستخدام أي من المعادلات السابقة الذكر .

٢٥٢

سمك طية الجلد (مم)						الاسم
المصدر	فوق المضلة الثلاثية الرؤوس	تحت عظم فج لكف	الجلد	فوق العظم المرتقي	الضخ	



## **تقدير التركيب الجسمي عن طريق قياس محيطات وعروض أجزاء الجسم**

- الأساس النظري
- المناطق الأكثر شيوعاً عند قياس محيطات أجزاء الجسم
- المناطق الأكثر شيوعاً عند قياس عروض أجزاء الجسم
- تجربة رقم (٤٣) تقدير نسبة الشحوم عن طريق القياسات  
الجسمية (طريقة بنكي Behnke)



## الأساس النظري

تعتبر هذه الطرق من أسهل الوسائل وأقلها تكلفة في تقدير التركيب الجسمي للفرد ، حيث تتطلب شريط قياس (Tape) ومقياسا لعروض العظام (Anthropometer) ، كما أن عملية القياس في حد ذاتها تعتبر دقيقة لكون المناطق التشريحية واضحة ولهذا نجد أن مقدار الاختلاف أو التفاوت في القياس بين شخصين متدربين قليل جدا . ويتم التنقيب بنسبة الشحوم في الجسم من خلال استخدام معادلات جاهزة تعطي العلاقة بين قياسات محيطات أو عروض أجزاء من الجسم ونسبة الشحوم في الجسم ، وكما في قياس سمك الجلد فإن هذه المعادلات الخاصة مبنية على دراسات استخدمت فيها طريقة الوزن تحت الماء كمحك للقياسات الجسمية (محيطات أو عروض أجزاء الجسم) . وتجدر الإشارة إلى وجوب الحذر عند استخدام معادلات التنقيب بنسبة الشحوم المبنية على قياسات محيطات أو عروض أجزاء من الجسم لأن هذه المعادلات تكون صالحة للمجموعات التي عملت لأجلها فقط ، ويجب توخي الحذر عند استخدامها خاصة مع الأفراد المتطرفين في الوزن (نحيل جدا أو بدين جدا) وكذلك عند الرياضيين الذين لديهم نسب منخفضة من الشحوم .

### المناطق الأكثر شيوعا عند قياس محيطات أجزاء الجسم

- ١- محيط الكتفين (Shoulders) : أكبر محيط للكتفين من فوق العضلة الدالية واليدين إلى أسفل ؛
- ٢- محيط الصدر (Chest) : يتم أخذ محيط الصدر في مستوى فوق الحلمة بالضبط ويعتسب متوسط أقصى محيط (شهيق) وأدنى محيط (زفير) أثناء التنفس الاعتيادي .
- ٣- محيط البطن (Abdomen) : أصغر محيط للبطن فوق السرة ٢-٣ سم .
- ٤- محيط الوركين (Gluteus) : عند أكبر محيط للوركين عند مستوى الإليتين .
- ٥- محيط الفخذ (Thigh) : أكبر محيط للفخذ (هناك من يأخذ محيط الفخذ عند منتصف الفخذ) .
- ٦- محيط الساق (Calf) : أكبر محيط عند سناة الساق أثناء الإنقباض وكذلك أثناء الارتخاء .
- ٧- محيط كاحل القدم (Ankle) : أصغر محيط فوق الكعب (malleoli) .
- ٨- محيط العضد (Arm) : أكبر محيط أثناء الإنقباض وكذلك أثناء الارتخاء .

- ٩- محيط الساعد (Forearm) : أكبر محيط للساعد والذراع ممدودة والكف إلى أعلى .  
 ١٠- محيط رصغ اليد (Wrist) : أصغر محيط لرصغ اليد فوق عظمي الكعبرة والزند والكف إلى أسفل .

### المناطق الأكثر شيوعاً عند قياس عروض أجزاء الجسم

- ١- عرض الكتفين (Biacromial) : المسافة بين التوأمين الأخرمين .  
 ٢- عرض الصدر (Chest) : يتم القياس من الأمام وتحت مستوى الحلمة مباشرة .  
 ٣- عرض الحوض (Bi-iliac) : المسافة بين تنوعي العظمين الحرقطين .  
 ٤- عرض الوركين (Bi-trochanteric) : المسافة بين المدورين الكبيرين .  
 ٥- عرض الركبة (Knee) : أثناء الجلوس وزاوية مفصل الركبة ٩٠° .  
 ٦- عرض المرفق (Elbow) : المسافة بين لقمتي عظم العضد والمفصل بزاوية ٩٠° والكف باتجاه وجه المقيس .  
 ٧- عرض كاحل القدم (Ankle) : يتم القياس من الخلف وفوق الكعب مباشرة (Malleoli) .  
 ٨- عرض رصغ اليد (Wrist) : المسافة بين عظمي الكعبرة والزند واليد ممدودة والكف إلى أسفل .



**تقدير نسبة الشحوم من طريق القياسات الجسمية  
(طريقة بنكي Behnke)**

- المفروض من التجربة
- الأساس النظري
- الأدوات المستخدمة
- الإجراءات



## الفرض من التجربة

تقدير التركيب الجسمي بواسطة القياسات الجسمية .

## الأساس النظري

تتلخص فكرة التجربة والمعروفة بطريقة بنكي ، نسبة إلى الدكتور بنكي Behnke ، بأن يتم عمل قياسات محدودة لأجزاء عظمية من الجسم ومن خلال هذه القياسات وقياس طول الفرد يمكن تطبيق معادلة الدكتور بنكي للحصول على وزن الأجزاء غير الشحمية من الجسم وبالتالي معرفة نسبة الشحوم في الجسم . هذه القياسات تتمثل في قياس عروض عظام الكتفين والرقبتين ورسغي اليدين والصدر والوركين والحوض والركبتين وكاحلي القدمين ثم تطبيق المعادلة التالية :

$$\text{وزن الأجزاء غير الشحمية} = \frac{\text{الطول (سم)}}{10} \times 7$$

حيث تمثل أ متوسط القياسات المذكورة أعلاه ومن ثم يمكن معرفة نسبة الشحوم في الجسم كالتالي :

$$\text{نسبة الشحوم} = \frac{\text{وزن الجسم} - \text{وزن الأجزاء غير الشحمية}}{\text{وزن الجسم}}$$

## الأدوات المستخدمة

- ميزان معاير يقيس إلى أقرب ١٠٠ جم .
- مقياس أجزاء الجسم (Anthropometer) .

## الإجراءات

- ١- حدد وزن المفحوص إلى أقرب ١٠٠ جم وكذلك الطول إلى أقرب سم .
- ٢- يتم قياس أجزاء الجسم بالسنتيمتر والمفحوص جالس على النحو التالي :
  - أ ( عرض الكتفين (Biacromial) : المسافة بين التوءين الأخرومين .
  - ب ( عرض الصدر (Chest) : أثناء التنفس الاعتيادي عند مستوى الحلمة للرجال وعند مستوى الضلع الخامس إلى السادس من الصدر للنساء .
  - جـ ( عرض الحوض (Bi-iliac) : المسافة بين العظمين الحرقيين .
  - د ( عرض الوركين (Bi-trochantric) : المسافة بين المدورين الكبيرين .
  - هـ ( عرض الركبتين (Knees) : مجموع عرض الركبتين اليمنى واليسرى والمفحوص جالس والركبة في حالة ثني ٩٠ درجة .
  - و ( عرض كاحلي القدمين (Ankles) : مجموع عرضي كاحلي القدمين من الخلف .
  - ز ( عرض المرفقين (Elbows) : مجموع عرضي المرفقين الأيمن والأيسر ومفصل المرفق في حالة ثني ٩٠ درجة .
  - ح ( عرضي رسني اليدين (Wrists) : مجموع عرضي رسني اليدين .
- ٣- تسجل البيانات بعد ذلك على ورقة التسجيل في جدول رقم (١-٢٣) .
- ٤ - يتم قسمة كل قياس من القياسات الثمانية على الرقم الثابت أمام كل قياس كما هو موضح في ورقة التسجيل في جدول رقم (١-٢١) ثم تجمع ويتم حساب المتوسط الكلي .
- ٥- يتم تحديد وزن الأجزاء غير الشحمية من الجسم كالتالي :

$$\text{وزن الأجزاء غير الشحمية (Lean body weight)} = \frac{\text{الطول (سم)}}{١٠} \times ٧$$

حيث أ = المتوسط الكلي للنتائج .

$$\text{نسبة الشحوم في الجسم} = \frac{\text{وزن الجسم} - \text{وزن الأجزاء غير الشحمية}}{\text{وزن الجسم}}$$

جدول رقم (٢٣ - ١): ورقة تسجيل البيانات لتقديم نسبة النحوم في الجسم من خلال القياسات الجسمية (طريقة بنكي).

النتائج	ثابت		القياس (سم)			أجزاء الجسم
	النساء	الرجال	مجموع	أيمن	أيمن	
	٢٠,٤	٢١,٦ +				عرض الكتفين*
	١٤,٨	١٥,٩ +				عرض الصدر*
	١٦,٧	١٥,٦ +				عرض الخوض*
	١٨,٦	١٧,٤ +				عرض الوركين*
	١٠,٣	٩,٨ +				عرض الركبة
	٧,٤	٧,٤ +				عرض رصغ القدم
	٦,٩	٧,٤ +				عرض المرفق
	٥,٨	٥,٩ +				عرض رصغ اليد

\_\_\_\_\_ = المجموع

\_\_\_\_\_ = المتوسط الكلي \*\*

● بسجل المجموع فقط.

●● المتوسط الكلي =  $\frac{\text{المجموع}}{A}$



## المراجع

- ١- المزاع ، هزاع . «اللياقة البدنية - ماهيتها وأهميتها» . وقائع ندوة بحث اللياقة البدنية للشباب السعودي ، الرئاسة العامة لرعاية الشباب ، ص ص ٢٧-٤٢ ، ١٤٠٧ هـ .
- ٢- المزاع ، هزاع . «الاستهلاك الأقصى للأكسجين : مفهومه وأهميته» . وقائع الدورة التدريبية الرابعة للطب الرياضي ، الاتحاد السعودي للطب الرياضي ، ص ص ١١٩-١٣٧ ، ١٤٠٩ هـ .
- ٣- A Round Table, "Body Composition", *The Physician & Sports Medicine*, 14, No. 3 (1986), 144-162.
- ٤- Astrand, P.O. *Ergometry-Test of Physical Fitness*. Verberg, Sweden: Monark-Crescent, 1965.
- ٥- Astrand, P. O. "Quantification of Exercise Capability and Evaluation of Physical Capacity in Man". *Progress in Cardiovascular Disease*, Vol. XIX, No. 1:(1976), 51-67.
- ٦- Astrand, P. O., and Rodahl, K. *Textbook of Work Physiology*. New York: McGraw-Hill Book Comp., 1987.
- ٧- Astrand, P. and Ryhming, I. "A Nomogram for Calculation of Aerobic Capacity (Physical Fitness) from Pulse Rate During Submaximal Work". *J. Appl. Physiol.* 7:(1954),218-221.
- ٨- Behnke, A. and Wilmore, J. *Evaluation and Regulation of Body Build and Composition*. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall, 1974.

- Birk, T. and Birk, C. "Use of Rating of Perceived Exertion for Exercise Prescription". *Sports - ٩ Medicine*, 4, No. 1 (1987), 1-8.
- Boileau, R., Lohman, T. and Slaughter, M. "Exercise and Body Composition of Children & Youth". - ١٠ *Scandinavian J. Sports Sciences*, 7, No. 1 (1985), 17-27.
- Borg, G. and Linderholm, H. "Perceived Exertion and Pulse rate During Graded Exercise in - ١١ Various Age Groups." *Acta Medica Scand.*, 472 (1967), 194-206.
- Brodie, D. "Techniques of Measurement of Body Composition: Part I." *Sports Medicine*, 5, No. - ١٢ 1 (1988), 11-40.
- Brodie, D. "Technique of Measurement of Body Composition: Part II." *Sports Medicine*, 5, No. 2 - ١٣ (1988), 74-98.
- Brozek, J., Grande, F. Anderson, T. and Keys, A. "Densitometric Analysis of Body Composition: - ١٤ Revision of Some Quantitative Assumptions." *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 110 (1963), 113-140.
- Burke, E. "Validity of Selected Laboratory and Field Tests of Physical Working Capacity." - ١٥ *Research Quarterly*, 47 (1976), 95-104.
- Clark, H. *Muscular Strength and Endurance in Man*. Inglewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall - ١٦ Inc., 1966.
- Coggan, A.R., Costill, D.L. "Biological and Technological Variability of Three Anaerobic - ١٧ Ergometer Tests." *International J. of Sports Medicine*, 5 (1984), 142-145.
- Cooper, K.H. "Testing & Developing Cardiovascular Fitness." In: *Exercise, Science & Fitness*. (ed.) - ١٨ E. J. Burke. Ithaca, N.Y.: Movement Publications, 1980, pp. 45-55.
- Couldry, W., Corbin, C. and Wilcox A. "Carotid vs. Radial Pulse Counts." *The Phys. Sports Med.*, - ١٩ 1982, 10, No. 12 (1982), 67-72.



- Davies, C.T.M. and Young, K. "Effects of External Loading on Short Term Power Output in Children and Youngmale Adults." *Europ. J. Applied Physiology*, 52 (1984) 351-354. ... ٢٠
- deVries, H.A. *Laboratory Experiments in Physiology of Exercise*. Dubuque: Wm.C. Brown Comp., ١٩٧١ 1971.
- deVries, H.A. *Physiology of Exercise for Physical Education and Athletics*. Dubuque, Iowa: Wm. C. ١٩٩٠ Brown Comp., 1980.
- Durnin, J.V. and Womersley, J. "Body Fat Assessed from Total Body Density and Its Estimation from Skinfold Thickness: Measurement on 481 Men and Women Aged from 16 to 72 Years." *British J. of Nutrition*, 32 (1974) 77-92. ... ٢٢
- Edington, D. & Edgerton, V. *The Biology of Physical Activity*. Boston: Houghton Mifflin Company, 1976. ... ٢٤
- Enoka, R.M. "Muscle Strength and Its Development: New Perspectives." *Sports Medicine*, 6, No. 3 (1988), 146-168. ... ٢٥
- Fardy, P.S. "Isometric Exercise and the Cardiovascular System". *The Phys. & Sports Med.*, 9, No. 9 (1981), 43-56. ... ٢٦
- Foster, C. "Stress Testing: Directions for the Future". *Sports Medicine*, 6 No.1 (1988), 11-22. ... ٢٧
- Fox, E. "A Simple Accurate Technique for Predicting Maximal Aerobic Power". *J. Appl. Physiol.*, 35, No. 6 (1973), 914-916. ... ٢٨
- Fox, E. L. *Sports Physiology*. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1979. ... ٢٩
- Fox, E.L., Bowers, R.W. and Foss, R. *The physiological Basis of physical Education and Athletics*. 4th Edition, Philadelphia: Saunders College Publishing, 1988. ... ٣٠

- Glencross, D. J. "The Nature of the Vertical Jump Test and the Standing Broad Jump". *Research Quarterly*, 37 (1966), 553-559.
- Howley, E. and Franks, B. *Health & Fitness Instructions Handbook*, Champaign, Ill: Human Kinetics Publishers, Inc., 1986.
- Jackson, A. and Pollock, M. "Practical Assessments of body composition". *The Phys. & Sports Medicine*, 13, No. 5, (1985), 76-90.
- Kalamen, J. "Measurement of Maximum Muscular Power in Man". *Doctoral Dissertation*, The Ohio State University, 1968.
- Katch, F. and Katch, V. "Measurement and Prediction Errors in Body Composition Assessment and the Search for the Perfect Equation." *Res. Quart. Exer. Sports*, 51, No.1 (1980), 249-260.
- Katch, F. and McArdle, W. "Prediction of Body Density from Simple Anthropometric Measurements in College Men & Women". *Human Biology*, 45 (1973), 445-455.
- Katch, V., Sady, S. and Freedson, P. "Biological Variability in Maximum Aerobic Power." *Med. Sci. Sports Exer.*, 14, No.1 (1982), 21-25.
- Katch, V., and Weltman, A. "Interrelationship between Anaerobic Power Output, Anaerobic Capacity and Aerobic Power." *Ergonomics*, 22 (1979), 325-332.
- Katch, V., Weltman, A., Martin, R. and Gray, L. "Optimal Test Characteristics for Maximal Anaerobic Work on the Bicycle Ergometer." *Res. Quart.*, 48 (1977), 319-329.
- Keys, A., and Brozek, J. "Body Fat in Adult Man". *Physiol. Rev.*, (1953), 245-325.
- Kitagawa, K., Suzuki, M. and Miyashita, M. "Anaerobic Power Output of Young Obese men: Comparison with Non Obese Men and the Role of Excess Fat." *European J. of Applied Physiology*, 43 (1980), 229-234.

- Kyle, C.R. and Caizzo, V. "A Comparison of the Effect of External Loading Upon Power Output in Stair Climbing and Running Up a Ramp". *European J. Applied Physiology*, 54 (1985), 99-103.
- Larson, L. (ed.) *Fitness, Health and Work Capacity*. International Committee for the Standardization of Physical Fitness Tests, New York: MacMillan Publishing Comp., Inc. 1974.
- Leighton, J.R. "The Leighton Exometer and Flexibility Test." *J. of Arch. Phys. Med. & Rehab.*, 20, No. 3 (1966), 86-93.
- Lohman, T.G. "Skinfolds and Body Density and Their Relation to Body Fatness: A Review." *Human Biology*, 53 (1981), 181-225.
- Lohman, T. "The Use of Skinfold to Estimate Body Fatness on Children and Youth." *JOPERD*, 58, No. 9 (1987), 98-102.
- Lohman, T., Boileau, R. and Slaughter, M. "Body Composition in Children and Youth". In: *Advances in Pediatric Sports Sciences*, R. Boileau (ed). 1984, 1-29.
- Lohman, T., Roche, A. and Martorell, R. *Anthropometric Standardization Reference Manual*. Champaign, Ill.: Human Kinetics Books, 1988.
- MacDougall, J., Wenger, D. and Green, H. J. *Physiological Testing of the High - Performance Athlete*. Champaign, Ill.: Human Kinetics Books, 1991.
- Margaria, R., Aghemo, I. and Rovelli E. "Measurement of Muscular Power (Anaerobic) in Man." *J. Appl. Physiol.*, 21 (1966), 1662-1664.
- Mathews, D. *Measurement in Physical Education*. 5th edition, Philadelphia: W. B. Saunders Comp., 1978.
- McArdle, W., Katch, R. and Katch, V. *Exercise Physiology: Energy, Nutrition, and Performance*. Philadelphia: Lea & Febigers, 1986.

- McConnell, T.R. "Practical Considerations in the Testing of  $VO_2$  max in Runners". *Sports - Medicine*, 5, No. 1 (1988), 57-68.
- Mellorowicz, H. and Smolaka, V. *Ergometry: Basics of Medical Exercise Testing*. Baltimore: Urban & Schwarzenberg, 1981. ٥٤
- Michael, E., Burke, E. and Avakian, E. *Laboratory Experiences in Exercise Physiology*. Ithaca: Movement Publications, 1979. ٥٥
- Morrow, J., Jackson, A., Bradly, P. and Hartung, H. "Accuracy of Measured and Predicted Residual Lung Volume on Body Density Measurement". *Med. Sci. Sports Exer.*, 18, No. 6 (1986), 647-652. ٥٦
- Noakes, Timothy. "Implications of Exercise Testing for Prediction of Athletic Performance: a Contemporary Perspective." *Med. Sci. Sports Exer.*, 20, No. 4 (1988), 319-330. ٥٧
- O'Shea, J. Patrick: *Scientific Principles and Methods of Strength Fitness*. 2nd ed., Addison - Wesley, 1976. ٥٨
- Parizkova, J. "Total Body Fat and Skinfold Thickness in Children." *Metabolism* 10 (1961) 794-807. ٥٩
- Pollock, M., Wilmore, J. and Fox, S. *Exercise in Health and Disease*. Philadelphia; W. B. Saunders Company, 1984. ٦٠
- Ricci, B. *Physiological Bases of Human Performance*. Philadelphia: Lea & Febiger, 1970. ٦١
- Report of the Six Ross Conference on Medical Research*, Ross Laboratories, "Body-Composition Assessments in Youth and Adults", Ross Laboratories, Columbus, Ohio, 1985. ٦٢
- Safrit, M. J. *Introduction to Measurement in Physical Education and Exercise Science*. St. Louis: Times Mirror/Mosby College Publishing, 1986. ٦٣

- Saltin, B. and Astrand, P.O. "Maximal Oxygen uptake in athletes." *J. Appl. Physiol.*, 23 (1967) - ١٤  
353-358.
- Saltin, B., Blomqvist, G., Mitchell, J., Johnson, R., Wildenthal, K. and Chapman, C. "Response to - ١٥  
Exercise after Bed Rest and After Training. *Circulation*, 38 (suppl.) (1968), 1-78.
- Sargent, D. A. "The Physical Test of a Man." *American Physical Education Review*, 26 (1921), 188- - ١١  
194, (as Quoted in Vandewalle *et al.* (1987).
- Sawka, N. S., Tahamont, M., Fitzgerald d. Miles, P. and Knowlton R., "Alactic Capacity and - ١٧  
Power: Reliability and Interpretation." *European J. Applied Physiology*, 45 (1980), 109-116.
- Shephard, Roy J. "Tests of Maximum Oxygen Intake: A Critical Review." *Sports Medicine*, - ١٨  
1 (1984), 99-124.
- Sinning, W. E. *Experiments and Demonstrations in Exercise Physiology*. Philadelphia: W. B. - ١٩  
Saunders Comp., 1975.
- Siri, W. E. "Body Composition from Fluid Spaces and Density: Analysis of Methods." In: J. - ٧٠  
Brozek and A. Henschel (eds.): *Techniques for Measuring Body Composition*. Washington:  
National Academy of Sciences, (1961) 223-244.
- Sloan, A. W. "Estimation of body fat in young Men." *J. Appl. Physiol.*, 23 (1967), 311-315. - ٧١
- Sloan, A. W., Burt J., & Blyth C. "Estimation of Body Fat in Young Women." *J. Appl. Physiol.*, - ٧٢  
17 (1962), 967-970.
- Smolaka, V. "Treadmills vs Bicycle Ergometers." *The Phys. & Sports Med.*, 10, No. 8 (1982), - ٧٣  
75-79.
- Thrash, K. and Kelly, B. "Flexibility and Strength Training." *J. Appl. Sport Science Research*, - ٧٤  
1, No. 4 (1987), 74 - 75.

Vandewalle, H., Peres, G. and Monod, H. "Standard Anaerobic Tests". *Sports Medicine*, 4, -٧٥  
No.4 (1987), 268 - 289.

Wilmore, J. "A Simplified Method for Determination of Residual Lung Volumes". *J. Appl. Physiol.* -٧٦  
27 (1969), 96-100.

Wilmore, J. *Training for Sport and Activity - The Physiological Basis of the Conditioning Process*. -٧٧  
2nd Edition, Boston, Allyn and Bacon, Inc., 1982.

Wilmore, J. "Body Composition in Sport & Exercise: Drection for Future Research". *Med. Sci. -٧٨*  
*Sport Exer.*, 15, No.1 (1983), 21 - 31.

## الملاحق

- ① وحدات القياس .
- ② مقياس بورغ لشدة الجهد البدني .
- ③ أحجام الغازات .
- ④ حساب كمية الأكسجين المستهلك وكمية ثاني أكسيد الكربون المنتج .





## ملحق رقم (1)

### وحدات القياس

وحدات القياس الدولية (SI Units) :

الكتلة (Mass) بالكيلوجرام (كجم)

المسافة (Distance) بالمتر (م)

الزمن (Time) بالثانية (ث)

الكمية من المواد (Amount of substance) بالمول (مول)

القوة (Force) بالنيوتن (ن)

الشغل (Work) بالجول (جول)

القدرة (Power) بالشمعة (شمعة)

السرعة (Velocity) بالمتر في الثانية (م/ث)

عزم التدوير (Torque) نيوتن في المتر (نيوتن / م)

التسارع (Acceleration) بالمتر في الثانية (م/ث)

الحجم (Volume) باللتر (لتر)

القدرة (Power) :

وتساوي الشغل على الزمن وتقاس بالحصان (HP) أو بالشمعة أو بالكيلو جرام في المتر في الثانية .

حصان واحد (HP) = ٧٤٦ شمعة .

حصان واحد (HP) = ٠,١٣٣٣ كجم.م/ث .

شمعة واحدة = ٦,١٢ كجم.م/ق .

الكتلة (Mass) :

كجم واحد = ٢,٢٠٤٧٨ رطل

رطل واحد = ٠,٤٥٣٥٩ كجم

## المسافة :

متر = ٣, ٢٨٠٨ قدم .

متر = ٣٩, ٣٧ بوصة .

قدم = ٣٠, ٤٨ متر .

بوصة = ٢, ٥٤ سم .

## الشغل والطاقة (Work &amp; Energy) :

الشغل = الطاقة = توظيف القوة خلال مسافة محددة .

كيلو كالوري واحد = مقدار الطاقة اللازمة لرفع درجة حرارة كيلو جرام واحد من الماء درجة مئوية واحدة .

كيلو كالوري (Kcal) = ١, ٨٦ كيلو جول .

كيلو جول (KJ) = ٢٣٨٩, ٠ كيلو كالوري .

كيلو جول (KJ) = ١٠٠٠ جول (J) .

استهلاك لتر واحد من الأكسجين يعطي ٥, ٠٥ كيلو كالوري = ٢١, ٢٣٧ كيلو جول عند حرق

الكربوهيدرات بالكامل أو ٦٨, ٤ كيلو كالوري عند حرق الدهون بالكامل .

مكافئ أبيض (MET) = ٣, ٥ مليلتر  $O_2$  / كجم . في

= ٠, ٧٣٢ كيلو جول / كجم

= ٠, ١٧٥ كيلو كالوري / كجم

## درجات الحرارة :

صفر متوي (م) = ٣٢ فهرنهايت (ف)

١٠٠ درجة مئوية = ٢١٢ فهرنهايت

٢٧٣ كالفن = صفر متوي = ٣٢ فهرنهايت

$$\frac{9}{5} \times (\text{فهرنهايت} - ٣٢) = \text{الدرجة المتوية}$$

$$\text{الدرجة بالفهرنهايت} = \frac{9}{5} \times (\text{الدرجة المتوية}) - ٣٢$$

## مقياس بورغ

مقياس بورغ (Borg) لمعرفة العبء الملقى على الجسم أثناء الجهد البدني (Borg rating of perceived exertion scale) وهو مقياس تم تطويره من قبل عالم النفس السويدي بورغ (Borg) مبنيًا من الرقم ٦ ومتنها بالرقم ٢٠ كما هو موضح في الجدول رقم (م - ١) . ويستخدم هذا المقياس الآن على مستوى كبير في وصفة الجهد البدني للتعبير عن شدة الجهد المبذول من قبل المحووص في ظل غياب مقاييس موضوعية أخرى كضربات القلب مثلاً .

جدول رقم (م - ١) : مقياس بورغ للجهد المبذول وما يقابله من ضربات القلب في الدقيقة

ضربات القلب / د	مقياس بورغ للجهد المبذول	
٦٠	6	
٧٠	7	Very, very light
٨٠	8	
٩٠	9	Very, light
١٠٠	10	
١١٠	11	Fairly light
١٢٠	12	
١٣٠	13	Somewhat hard
١٤٠	14	
١٥٠	15	Hard
١٦٠	16	
١٧٠	17	Very hard
١٨٠	18	
١٩٠	19	Very, very hard
٢٠٠	20	

(المصدر : Borg et al. 1967)



## أحجام الغازات

### أحجام الغازات : (Gas Volumes)

يتوقف حجم الغاز على درجة الحرارة والضغط ، حيث تشغل جزيئات الغاز حجما أكبر عندما ترتفع درجة الحرارة أو ينخفض الضغط ، ولهذا فإن الأحجام التنفسية التي يتم قياسها في مختبرات مختلفة الحرارة يجب تصحيحها إلى مرجع قياسي ثابت من درجة الحرارة والضغط (Standard temperature & pressure) حتى يمكن مقارنة تلك الأحجام بموضوعية . وفي الغالب نجد أن الأحجام تسجل بإحدى الحالات التالية :

### الحجم عند درجة الحرارة والضغط الخارجيين (ATPS) :

وهي الحالة التي يكون قياس الحجم قد تم عند درجة حرارة مقياس الوظائف التنفسية (السيروميتر) وعند الضغط الجوي الذي تم فيه القياس ، ويفترض أن هذا الحجم مشبع ببخار الماء ، ولهذا يجب تصحيح هذه الحالة إلى الحالة القياسية (Reference Standard) حتى يمكن مقارنة الأحجام التي تم في ظروف مختلفة .

### الحجم المعياري (STPD) :

وهو يمثل حجم الغاز عند درجة حرارة معيارية (صفر مئوي) وضغط معياري (٧٦٠ مم/زئبق) وبدون بخار الماء (أي تم أخذ الضغط الناتج عن بخار الماء في الاعتبار والمعروف أن ضغط بخار الماء عند درجة حرارة الجسم ، والتي هي ٣٧ درجة مئوية ، يساوي ٤٧ مم/زئبق) . ويتم تصحيح جميع الأحجام عند درجة الحرارة والضغط الخارجيين (ATPS) إلى الحجم المعياري (STPD) عندما نريد معرفة حجم الغاز المستهلك (مثلا حجم الأكسجين المستهلك أو ثاني أكسيد الكربون المنتج من قبل الجسم) . والملاحظ أن هذا التصحيح يؤدي إلى انخفاض حجم الغاز (من ATPS إلى STPD) وذلك لعدة أسباب منها :

- ١ - إن درجة الحرارة الخارجية للغاز دائما أكبر من صفر وهي درجة حرارة الحجم المعياري
- ٢ - إن الضغط الجوي في الغالب أقل من ٧٦٠ مم/زئبق .
- ٣ - إن ضغط بخار الماء يجب أن يؤخذ في الاعتبار أيضا .

### الحجم عند درجة حرارة وضغط الجسم مشعبا ببخار الماء (BTPS)

وهو يمثل حجم الغاز عند درجة حرارة الجسم (والتي هي ٣٧ درجة مئوية) والضغط الجوي الذي يتم فيه القياس مع تشبع الغاز ببخار الماء عند درجة حرارة ٣٧ درجة مئوية . ويستخدم هذا الحجم عندما نريد معرفة حجم الهواء الذي يتم تنفسه بواسطة الرئتين وليس عدد جزيئات الغاز الموجودة ، ولهذا نجد أن السعة الحيوية والأحجام التنفسية الأخرى كالحجم الزفيري المدخر مثلا أو الإمكانية الهوائية القصوى (MBC) تسجل بهذا الحجم (BTPS) ولهذا يتم تصحيح الأحجام من حجم الهواء عند درجة الحرارة والضغط الخارجيين (ATPS) إلى الحجم عند درجة حرارة وضغط الجسم مشعبا ببخار الماء (BTPS) . ولهذا فجميع الأحجام التنفسية يجب تصحيحها إلى حجم الهواء عند درجة حرارة وضغط الجسم مشعبا ببخار الماء ، والملاحظ أن حجم الغاز يرتفع عند تحويله من (ATPS) إلى (BTPS) .

## حساب كمية الأكسجين المستهلك وكمية ثاني أكسيد الكربون المنتج

### مقدمة

لا يخلو بحث في الطب الرياضي بصفة عامة ، وفي وظائف أعضاء الجهد البدني بشكل خاص في وقتنا الحاضر ، من قياس للاستهلاك الأقصى للأكسجين ، وهذا يتطلب في الواقع قياسا لمتغيرات التبادل الغازي (Gas exchange) بما في ذلك قياس كمية الأكسجين المستهلك ( $\dot{V}O_2$ ) وكمية ثاني أكسيد الكربون المنتج ( $\dot{V}CO_2$ ) وكذلك التهوية الرئوية ( $\dot{V}E$ ) . ومع التقدم التقني أصبح قياس هذه المتغيرات حاليا يتم آليا وبسهولة بالغة من خلال ما يسمى بطريقة الدائرة المفتوحة (Open Circuit Method) . ولقد كان العلماء والباحثون في الماضي يعانون من صعوبة بالغة في قياس متغيرات التبادل الغازي المذكورة ، فمن استخدم كيس دوجلاس (Douglas bag) لتجميع هواء الزفير ، إلى جهاز شولاندر (Scholander) لقياس تركيز الغازات الموجودة في العينة . وعليه فقد يصعب على الأجيال الجديدة التي لم تتح لها الفرصة لقياس الغازات بالطرق البدائية الصعبة ان تفهم الأساس النظري لعملية القياس ، ولهذا تم تخصيص هذا الملحق لشرح المعادلات الرياضية المستخدمة في عملية قياس الغازات\* .

حساب كمية الأكسجين المستهلك ( $\dot{V}O_2$ ) :

إن كمية الأكسجين المستهلك في الدقيقة ( $\dot{V}O_2$ ) تساوي الفرق بين كمية الأكسجين في هواء الشهيق ( $\dot{V}IO_2$ ) وكمية الأكسجين في هواء الزفير ( $\dot{V}EO_2$ ) بعد أن يتم تحويل كلا الحجمين إلى حجمين معياريين (STPD) . وهذا ما توضحه المعادلة رقم (١) :

$$\dot{V}O_2 (STPD) = \dot{V}IO_2 (STPD) - \dot{V}EO_2 (STPD) \quad \text{معادلة (١)}$$

\* مجزئي الهواء الذي نستشق على النسب التالية من الغازات : ٢٠,٩٣٪ أكسجين ، ٠,٠٣٪ ثاني أكسيد الكربون ، ٧٩,٠٤٪ نيتروجين ، وهذا يكون المجموع ١٠٠٪ .

ولأن الكمية تساوي الحجم مضروباً في التركيز فإن المعادلة رقم (١) يمكن أن تصبح على النحو التالي :

$$\dot{V}O_2 = (\dot{V}I)(FIO_2) - (\dot{V}E)(FEO_2) \quad **$$

معادلة (٢)

ولحل المعادلة السابقة يلزمنا معرفة الآتي :

- ١- حجم التهوية الرئوية في الدقيقة (حجم هواء الزفير)  $\dot{V}E$
- ٢- نسبة تركيز الأكسجين في هواء الزفير  $FEO_2$
- ٣- نسبة تركيز الأكسجين في هواء الشهيق  $FIO_2$
- ٤- نسبة تركيز ثاني أكسيد الكربون في هواء الزفير  $FECO_2$
- ٥- نسبة تركيز ثاني أكسيد الكربون في هواء الشهيق  $FICO_2$

وبالنظر في معادلة رقم (٢) نجد أن نسبة تركيز الأكسجين في هواء الشهيق ( $FIO_2$ ) وحجم التهوية الرئوية ( $\dot{V}E$ ) ونسبة تركيز الأوكسجين في هواء الزفير ( $FEO_2$ ) أما معروفة مسبقاً أو يمكن قياسها مباشرة ، ولهذا علينا أن نعرف مقدار حجم هواء الشهيق ( $\dot{V}I$ ) لكي تتمكن من معرفة مقدار استهلاك الأكسجين ( $\dot{V}O_2$ ) . وقد يتبادر إلى الذهن أن حجم هواء الشهيق يساوي حجم هواء الزفير لكن هذا في الواقع صحيح في حالة واحدة ، وهي عندما تكون كمية الأكسجين التي استخدمها الجسم تساوي كمية ثاني أكسيد الكربون التي أنتجها ، أي عندما يكون معامل التبادل التنفسي (R) واحداً صحيحاً ، غير أن هذا لا يحدث دائماً . ولهذا فعندما يكون الأكسجين المستهلك أكبر من ثاني أكسيد الكربون المنتج ، نجد أن حجم هواء الزفير أقل من حجم هواء الشهيق والعكس صحيح .

وبدلاً من قياس حجم هواء الشهيق مباشرة (لكي تتمكن من حل المعادلة رقم ٢) هناك طريقة أسهل يمكننا من خلالها حساب حجم هواء الشهيق بدقة وذلك باستخدام ما يسمى بمعادلة هالدين ( $Haldane$ ) التي تفترض أن كمية النتروجين في هواء الزفير تساوي تلك الكمية منه في هواء الشهيق ، حيث إن النتروجين غاز لا يستخدم داخل الجسم وهو فسيولوجياً غاز خامل :

$$\text{معادلة هالدين : } (\dot{V}I)(FIN_2) = (\dot{V}E)(FEN_2)$$

معادلة (٣)

أي أن حجم هواء الشهيق مضروباً بنسبة تركيز النتروجين فيه (كمية النتروجين في هواء الشهيق) تساوي حجم هواء الزفير مضروباً بنسبة تركيز النتروجين فيه (كمية النتروجين في هواء الزفير) .

\*  $\%O_2E = FEO_2$



ولأن نسبة تركيز النتروجين في هواء الشهيق ( $FIN_2$ ) يمكن أن تساوي :

$$\text{معادلة (٤)} \quad FIN_2 = 1 - (FIO_2 + FICO_2)$$

أي تساوي واحدا صحيحا ناقصا مجموع نسبة تركيز كل من الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون كذلك نسبة تركيز النتروجين في هواء الزفير ( $FEN_2$ ) يمكن أن تساوي :

$$\text{معادلة (٥)} \quad FEN_2 = 1 - (FEO_2 + FECO_2)$$

وباستبدال معادلتني (٤) ، (٥) في معادلة (٣) :

$$\text{معادلة (٦)} \quad \dot{V}_I [1 - (FIO_2 + FICO_2)] = \dot{V}_E [1 - (FEO_2 + FECO_2)]$$

وعليه يصبح حجم هواء الشهيق ( $\dot{V}_I$ ) يساوي

$$\text{معادلة (٧)} \quad \dot{V}_I = \frac{[\dot{V}_E \cdot 1 - (FEO_2 + FECO_2)]}{1 - (FIO_2 + FICO_2)}$$

وباستبدال  $\dot{V}_I$  في معادلة (٧) في معادلة (٢) يتج :

$$\text{معادلة (٨)} \quad \dot{V}O_2 = \dot{V}_E \left[ \frac{1 - (FEO_2 + FECO_2)}{1 - (FIO_2 + FICO_2)} \right] FIO_2 - (\dot{V}_E)(FEO_2)$$

وعندما نستنشق هواء نقيا (نسبة الأكسجين ٢٠,٩٪ والنتروجين ٧٩,٠٤٪) تتحول المعادلة (٨) إلى :

$$\text{معادلة (٩)} \quad \dot{V}O_2 = \dot{V}_E \left[ \frac{1 - (FEO_2 + FECO_2)}{0.7904} \right] 0.2093 - (\dot{V}_E)(FEO_2)$$



## تعريف المصطلحات

صندوق خشبي ذي ارتفاع محدد بإيقاع ثابت، ويستخدم غالباً لقياس العبء الجهدي والكفاءة البدنية.

### اختبار الخطوة هارفارد (Harvard Step Test)

وهو اختبار لقياس الكفاءة البدنية للفرد وبالتالي معرفة قدرة الجهاز الدوري التنفسي، وينسب الاختبار إلى جيلمرة هارفارد الأمريكية حيث تم تطويره في عام ١٩٤٣ م. ويتلخص الاختبار في الصعود والمهبط من على صندوق خشبي ذي ارتفاع معين لمدة ٥ دقائق، ومن ثم تحسب الكفاءة البدنية بناءً على مهارة تأخذ في الاعتبار سرعة استرداد ضربات القلب.

### اختبار كوبر (Cooper's Test)

ينسب إلى الطبيب الأمريكي كينيث كوبر الذي طور هذا الاختبار على مجموعة كبيرة من الجنود الأمريكيين، وهو اختبار لتقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين عن طريق حساب المسافة التي يستطيع الفرد قطعها جرياً خلال ١٢ دقيقة.

### الاستهلاك الأقصى للأكسجين

#### (Maximal Oxygen Uptake)

ويرمز له بالرمز ( $\dot{V}O_{2max}$ )، وهو أقصى قدرة للجسم على أخذ الأكسجين ونقله، ومن ثم استخلاصه

### أجهزة التدريب المتحرك الثابت (Isokinetic Machine)

وهي أجهزة تستخدم آلية معينة تجمع بين مزايا التدريب المضلي الثابت والمتحرك، حيث يتم التحكم بسرعة حركة المفصل من قبل الجهاز على سرعات متفاوتة مما يضمن توتراً عالياً عند جميع زوايا عزم الدوران، وتتلخص فكرة الجهاز في توليد مقاومة تتناسب مع القوة التي يظهرها الفرد تبعاً لزاوية عزم الدوران.

### اختبار أستراند (Astrand's Test)

وهو اختبار لتقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين بطريقة غير مباشرة من خلال معرفة استجابة ضربات القلب لعبء جهدي محدد، وينسب هذا الاختبار إلى العاملين الإسكندنافيين أستراند وريست الذين طوراه.

### اختبار الجهد البدني التدريجي (Graded Exercise Testing)

وهو اختبار للجهد البدني يكون متدرجاً ويستخدم لقياس كفاءة الفرد البدنية أو الاستهلاك الأقصى للأكسجين لديه، وغالباً ما يستخدم فيه السير المتحرك أو دراجة الجهد.

### اختبار الخطوة (Step Test)

وهو اختبار يتم فيه الصعود والمهبط من على

وكلما كان الفرد ذا لياقة عالية استنزغ عيشا جهليا أكبر للوصول بضربات قلبه إلى ١٧٠ ضربة في الدقيقة .

**الإمكانية التنفسية القصوى (Maximal Breathing Capacity)**  
وهي كمية الهواء بالتر التي يمكن استنشاقها وإخراجها من الرئتين بأقصى سرعة في دقيقة واحدة .  
وتصل في المتوسط إلى حوالي ١٤٠ لترا في الدقيقة ، وقد ترتفع إلى أكثر من ذلك بكثير لدى بعض الرياضيين ذوي الكفاءة العالية ، وتتم معرفة هذه الإمكانية بعمل متناورة التنفس بأقصى شهيق وزفير يمكن لمدة ١٢ ثانية ثم تعدل بضرعا في الرقم ٥ للحصول على المعدل في الدقيقة .

**الانقباض العضلي الثابت (Isometric Contraction)**  
وهو نوع من الانقباض العضلي ويعتمد فيه التوتر للمعضلة (tension) ولكن بدون تقلص أو استطالة لها ، وبالتالي لا تحدث حركة للمفصل ، وتسوي القوة في هذه الحالة المقاومة ، ومن أمثلة هذا النوع من الانقباض العضلي دفع الحائط أو الضغط باليدين ضد بعضها البعض بدون حركة .

**الانقباض العضلي المتحرك (Isotonic Contraction)**  
وهو انقباض عضلي متحرك كما يوحى الاسم بذلك ، يحدث خلاله حركة وينقسم إلى انقباض عضلي متحرك موجب وانقباض عضلي متحرك سالب .

**الانقباض العضلي المتحرك السالب (Eccentric Contraction)**  
وهو انقباض عضلي معاكس للانقباض العضلي المتحرك الموجب ، ويحدث فيه توتر للمعضلة ثم استطالة وبالتالي حركة للمفصل ، وفيه تكون القوة أصغر من المقاومة ، ومن أمثلة هذا النوع من الانقباض ما يحدث في انقباض عضلات الفخذ الأمامية أثناء نزول الدرج .

من قبل الخلايا العاملة وهو أحسن مؤشر فيولوجي للإمكانية الوظيفية لدى الفرد ودليل جيد على لياقته البدنية . وهو يساوي إجرائيا حاصل ضرب أقصى إنتاج للقلب في أقصى فرق شرياني وريدي للإكسجين . ويتم تسجيله إما بالتر في الدقيقة (الاستهلاك المطلق) أو بالسليتر لكل كيلو جرام من وزن الجسم في الدقيقة (الاستهلاك النسبي) .

#### الأكتين (Actin)

وهو خيط بروتيني دقيق مكون في الواقع من خيطين رفيعين ملتصقين حول بعضهما البعض (كالحبل) ، ويكون مع خيط الميوسين وحدة النسيج العضلي ، وتوجد على خيط الأكين مراكز التعلق تتجذب إليها رؤوس خيوط الميوسين في حالة حدوث الانقباض العضلي .

#### الألياف العضلية البطيئة الخلجة

##### (Slow Twitch Muscle Fibers)

وهي أحد نوعي الألياف العضلية الميكلية ، وتتميز بانقباض بطيء وقوة منخفضة ، وهي ذات حجم أصغر من النوع الآخر ، ولها القدرة على مقاومة التعب وتمتلك إمكانية هوائية عالية ، أي لها قدرة عالية على استخدام الأكسجين كمصدر للطاقة ، ولهذا فهي تصلح لرياضات التحمل .

#### الألياف العضلية السريعة الخلجة

##### (Fast Twitch Muscle Fibers)

وهي أحد نوعي الألياف العضلية الميكلية ، وتتميز بانقباض قوي وسريع ، وهي ذات حجم أكبر من النوع الآخر وتعتبر قابلة للتعب مقارنة بالنوع الآخر وهي ذات إمكانية هوائية منخفضة ، لكن إمكانياتها اللاهوائية عالية ، ولهذا فهي تصلح لرياضات القوة والسرعة .

**إمكانية الجهد البدني عند ضربات القلب ١٧٠ (FWC 170)**  
وهو اختبار لمرة مقدار السحب المجهدي الذي يؤدي إلى رفع ضربات القلب إلى ١٧٠ ضربة في الدقيقة .

**التهوئة الرئوية (Pulmonary Ventilation)**

وهي عملية دخول الهواء المحمل بالأكسجين إلى الحويصلات الرئوية حيث يتم هناك تبادل الغازات (دخول الأكسجين وخروج ثاني أكسيد الكربون). وتبلغ التهوئة الرئوية في الراحة لدى الشاب السليم حوالي ٧ لترات في الدقيقة وترتفع في الجهد البدني لتصل من ٩٠ إلى ١٢٠ لترا في الدقيقة ، وقد تصل لدى بعض الرياضيين إلى ١٨٠ لترا في الدقيقة .

**حجم التنفس (أو عمق التنفس) (Tidal Volume)**

وهو حجم هواء الشهيق أو الزفير في دورة تنفسية واحدة ويصل في المتوسط أثناء الراحة إلى ما بين ٥٠٠ - ٦٠٠ مليلتر، وهو أيضا حجم الهواء الذي يدخل الرئتين أثناء الشهيق ويغادرهما أثناء الزفير .

**الحجم الزفيري القسري عند نهاية الثانية الأولى (FEV1)**

وهو حجم الهواء الذي يمكن إخراجه من الرئتين في نهاية الثانية الأولى بعد أن يأخذ الشخص أقصى شهيق ممكن، وهو مؤشر جيد على قوة عضلات التنفس وسلامة الجهاز الرئوي من الأمراض التنفسية .

**الحجم الزفيري القسري عند نهاية الثانية الثالثة (FEV3)**

وهو حجم الهواء الذي يمكن إخراجه من الرئتين في نهاية الثانية الثالثة بعد أن يأخذ الشخص أقصى شهيق ممكن، وهو أيضا مؤشر جيد وأكثر دلالة من الحجم الزفيري القسري عند الثانية الأولى للكشف عن بعض الأمراض التنفسية .

**الحجم الزفيري المخز (Expiratory Reserved Volume)**

وهو أقصى كمية من الهواء يمكن إخراجها من الرئة بعد نهاية دورة تنفسية (أي بعد الحد الزفيري لحجم التنفس)، ويصل هذا الحجم في المتوسط إلى ١٢٠٠ مليلتر .

**الانقباض العضلي التحرك الموجب****(Concentric Contraction)**

وهو الانقباض العضلي الشائع في معظم الحركات الرياضية، ويحدث فيه توتر للعضلة ثم تقلص وبالتالي حركة المفصل، وفيه تكون القوة أكبر من المقاومة. ومن أمثلة هذا النوع من الانقباض رفع الأثقال .

**بطء ضربات القلب (Bradycardia)**

وهي الحالة التي تكون فيها ضربات القلب في الراحة لدى الإنسان أقل من ٦٠ ضربة في الدقيقة، وهي حالة شائعة لدى الرياضيين تكون في الغالب لديهم نتيجة تكيف فسيولوجي (طبيعي) من جراء التدريب البدني المنتظم .

**تخطيط القلب الكهربائي (Electrocardiography)**

وهي عملية رسم أو تخطيط للموجات الكهربائية الصادرة عن عضلة القلب بواسطة مجسات توضع على مناطق معينة من الصدر وموصلة بجهاز يعطي تخطيطا ذا دلالة معينة يمكن من خلاله معرفة الكثير من المعلومات عن حالة القلب .

**التركيب الجسمي (Body Composition)**

وهو دراسة القومات الأساسية التي يتكون منها جسم الإنسان [عظام، عضلات، شحوم] وتأثير المتغيرات البيئية على هذا التركيب (الجهد البدني، التغذية، الخ . . .) .

**التسهيل التثبيطي الذاتي للجهاز العصبي العضلي (PNF)**

وهو نوع من تمرينات الاستطالة يتم فيه أولا عمل تمرين استطالة ساكنة ثم محاولة إحداث انقباض عضلي ثابت للعضلات المراد استطالتها (عن طريق مقبوضة خارجية من زميل مثلا) ثم السماح لتلك العضلات بالاسترخاء وإحداث انقباض للعضلات المضادة (antagonist) .

**دراجة الجهد (Bicycle Ergometer)**

وهي دراجة ثابتة منها ما هو ميكانيكي (يعمل دوار) ومنها ما هو إلكتروني، ويتم التحكم بالمقاومة وبالتالي بمقدار الشغل المتجز بصورة دقيقة، وهي تستخدم لقياس العبء الجهدى والتدريب البدنى .

**زمن رد الفعل والحركة (Reaction-Movement Time)**

وهو الفترة من بداية التنبيه إلى نهاية حركة معينة ، وهو أيضا الزمن الذي يستغرقه المخصوص للتحرك بلنبا نحو هدف محدد .

**السعة الحويوية (Vital Capacity)**

وهي أقصى كمية من الهواء يمكن إخراجها من الرئتين بعد أن يأخذ الفرد أعمق شهيح ممكن، وتصل في المتوسط إلى ما بين ٤٨٠٠ - ٥٠٠٠ مليلتر، وهي تتأثر بحجم القفص الصدري، ولهذا نجد أن الأفراد ذوي الأجسام الضخمة يمتلكون في الغالب سعة حيوية كبيرة قد تصل إلى أو تتجاوز ٧ لترات .

**السعة الرئوية الكلية (Total Lung Capacity)**

وهي أقصى سعة ممكنة لاستيعاب كمية من الهواء داخل الرئتين وتساوي مجموع السعة الحويوية والحجم المتبقي (وهو حجم الهواء الذي لا يمكن إخراجها من الرئتين) .

**السعة الشهيقية (Inspiratory Capacity)**

وهي أقصى كمية من الهواء يمكن إدخالها إلى الرئتين بعد الحد الزفيرى لحجم التنفس، أي أنها تساوي في الواقع مجموع حجمين هما حجم التنفس والحجم الشهيقى المأخوذ .

**الحجم الشهيقى الدخري (Inspiratory Reserved Volume)**

وهو أقصى كمية من الهواء يمكن استنشاقها بعد نهاية دورة تنفسية (أي بعد الحد الشهيقى لحجم التنفس)، ويصل هذا الحجم في المتوسط إلى ٣٠٠٠ مليلتر .

**الحجم عند درجة حرارة وضغط الجسم مشعبا بخار الماء (BTPS)**

وهو يمثل حجم الغاز عند درجة حرارة الجسم (٣٧°م) والضغط الجوى الذي يتم فيه القياس مع تشبع الغاز ببخار الماء عند درجة حرارة الجسم، ويستخدم لمعرفة حجم الهواء الذي يتم تنفسه بواسطة الرئتين وليس عدد جزيئات الغاز .

**الحجم عند درجة الحرارة والضغط الخارجيين (ATPS)**

وهي الحالة التي يكون قياس الحجم قد تم عند درجة حرارة مقياس الوظائف التنفسية (السيروميتر) وعند الضغط الجوى الذي تم فيه القياس، ويفترض أن هذا الحجم مشعب ببخار الماء، ولهذا يتم تصحيح هذه الحالة إلى الحالة القياسية حتى يمكن مقارنة الأحجام التي تحت في ظروف مختلفة .

**الحجم المتبقى (Residual Volume)**

وهو حجم الهواء المتبقى داخل الرئتين بعد أقصى زفير ممكن ويصل في المتوسط إلى ما بين ١١٠٠ - ١٣٠٠ مليلتر، وهو حجم من الهواء يبقى دائما في الرئتين ولا يمكن إخراجها من الرئتين حتى عند أقصى زفير ممكن، ومع ذلك يمكن قياس هذا الحجم أو تقديره .

**الحجم المعيارى (STPD)**

وهو حجم الغاز عند درجة حرارة معيارية (صفر مشوي) وضغط معيارى (٧٦٠ سم/ زئبقى) وبدون بخار الماء، ويتم عادة تصحيح جميع الأحجام عند درجة الحرارة والضغط الخارجيين (ATPS) إلى الحجم المعيارى .

**القلب)، ويبلغ الضغط الاحتيادي لدى الشاب السليم ٨٠/١٢٠ ملمترا زئبقيا.**

**طريقة الوزن تحت الماء (Underwater Weighing)**  
وهي طريقة لتقدير نسبة الشحوم في الجسم عن طريق تحديد كثافة الجسم من خلال الوزن تحت الماء، وهي تعتبر المحك لكثير من الطرق الأخرى.

**العبء الجهدي (Work Load)**  
وهو العبء الملقى على الجسم من جراء جهد بدني وعمل ويتم تسجيله بالشعرة أو كجم. م/ق.

**العصب الحركي (Motor Neuron)**  
وهو من جلة أعصاب حركية تنشأ من الجزء الداخلي للحبل الشوكي وتتصل بمجموعات من الألياف العضلية وتتحكم في حركتها، ومن أشهر الأعصاب الحركية العصب الحركي ألفا، وكذلك العصب الحركي جاما.

**العقدة الجيبية (Sinus Node)**  
وهي نسيج متخصص موجود في أعلى الأذين الأيمن، ولها قدرة على توليد موجات كهربائية تنتشر منها إلى بقية أجزاء القلب، ولها تسمى ضابط إيقاع القلب.

**فرط ضربات القلب (Tachycardia)**  
وهي الحالة التي تكون فيها ضربات القلب في الراحة لدى إنسان تزيد عن ١٠٠ ضربة في الدقيقة، وتسمى أيضا خفقان القلب.

**القدرة اللاهوائية (Anaerobic Power)**  
قدرة الفرد على أداء شغل معين في زمن معين، وهي تسوي حاصل ضرب القوة في المسافة مقسومة على

**السير المتحرك (Treadmill)**  
وهو جهاز يحاكي المشي أو الجري ويتكون من سير من الجلد أو المطاط يدور حول أسطوانتين بواسطة محرك، ويتم التحكم في سرعته وكذلك درجة ميله.

**الشحوم الأساسية (Essential Fats)**  
وهي الشحوم التي تعتبر ضرورية جدا للعديد من الوظائف الفسيولوجية في الجسم، وتوجد في نخاع العظام والقلب والسردين والكبد والطحال والكليتين والأمعاء وفي الجهاز العصبي المركزي بالإضافة إلى الحوض والشددين عند المرأة، وتصل نسبة الشحوم الأساسية لدى الرجل إلى ٣٪ من وزن الجسم، ولدى المرأة إلى ١٢٪.

**الشحوم المخزنة (Stored Fats)**  
وهي شحوم متراكمة وتخزن في الأنسجة الشحمية (Adipose tissues) المحيطة ببعض أجهزة الجسم والموجودة بحجم كبير تحت الجلد.

**صندوق المرونة (Flexibility Box)**  
وهو صندوق (عشبي في الغالب) ذو مواصفات معينة بغرض قياس مرونة عضلات الفخذين الخلفية وأسفل الظهر، وذلك بقياس قدرة الفرد على ثني الجذع إلى الأمام إلى أقصى مسافة ممكنة.

**ضغط الدم (Blood Pressure)**  
وهو الضغط الذي يملئه جريان الدم (الدفع من القلب) على جدران الأوعية الدموية وكذلك مقاومة الأوعية الدموية لجريان الدم، وعادة ما يكتب على شكل رقمين أحدهما بسيط والآخر مقام، ويسمى الرقم الأعلى بالضغط الشرياني الانقباضي (أي أثناء انقباض القلب)، والآخر بالضغط الشرياني الانبساطي (أي أثناء انقباض

الورك مثلاً)، أو مجموعة من المفاصل (كمفاصل العمود الفقري).

الزمن، وتعتمد على قدرة الفرد على توفير الطاقة من مصادر لاهوائية.

مساحة سطح الجسم (Body Surface Area) هي تلك المساحة التي يشغلها الجلد (وتسجل بالتر مربع) ويتم تحديدها باستخدام معادلة دويويس التي تأخذ في الاعتبار عامل الوزن والطول.

القدرة الهوائية القصوى (Maximal Aerobic Power) وهي أقصى قدرة للفرد على استهلاك الأكسجين، وتعني الاستهلاك الأقصى للأكسجين ( $\dot{V}O_{2max}$ )، وهي دليل على اللياقة القلبية التنفسية.

معدل نبض القلب (Pulse Rate) وهو عبارة عن معدل نبض القلب الناتج عن دفع الدم بواسطة القلب عبر الشرايين عما يتج عنه موجات يمكن من معرفة معدلها الاستدلال على معدل ضربات القلب.

قياس سمك طبقة الجلد (Skinfold Thickness) وهي إحدى الطرق غير المباشرة لتحديد نسبة الشحوم في الجسم وذلك بقياس سمك طبقة الجلد عند مناطق محددة من الجسم ومن ثم تحديد نسبة الشحوم من خلال معادلات تربط سمك طبقة الجلد بنسبة الشحوم في الجسم.

مقاييس جسم الإنسان (Anthropometry) وهو دراسة مقاييس جسم الإنسان وأجزائه من طول وعرض ومحيط، مثل أطوال العظام وعروضها أو محيطات العضلات وما إلى ذلك.

قياس الوظائف التنفسية (Spirometry) وهي عملية قياس الأحجام الرئوية وسعاتها (حجم التنفس والسعة الحيوية، الخ)، وتتم بواسطة مقياس الوظائف التنفسية (Spirometer)، ويتم من خلالها الحصول على معلومات حول قوة عضلات التنفس والخصائص الميكانيكية للرتتين والقفص الصدري ومدى كفاءة عملية التبادل الغازي في الرتتين.

مقياس الإحساس بالجهد (Perceived Exertion Scale) انظر مقياس بورغ.

مجهاد اليدين (Arm Ergometer) وهي دراجة معدلة تستخدم لعضلات اليدين بدل القدمين، وتعمل بنفس فكرة دراجة الجهد الاعتيادية.

مقياس بورغ (Borg's Scale) وهو مقياس للعالم السويدي بورغ لقياس مقدار الإحساس بالجهد البدني الذي يقوم به الفرد عند نقطة معينة من الأداء، ويتكون المقياس من نقطة تبدأ من الرقم ٦ (خفيف جداً) وتنتهي عند الرقم ٢٠ (صعب جداً).

للرونة الحركية (Dynamic Flexibility) وهي تعني مرونة الحركة أو مقدار سهولة الحركة ويسرها حول المفصل، وليست هي المدى الحركي، أي أنها بعبارة أخرى تعني مقدار المقاومة الناتجة عن الحركة.

مقياس زاوية المفصل (Goniometer) وهو جهاز يشبه المثلثة الخاصة بقياس الزوايا ولكن بمزايا متحررين، ويستخدم لقياس المرونة وذلك بموضع المقياس على محور دوران المفصل وذراع

الرونة الساكنة (Static Flexibility) تعرف بأنها المدى الحركي عند مفصل (كمفصل



متظاهراً ويمكن التحكم في سرعة إيقاعه، وقد يكون من النوع الميكانيكي الذي يحتوي على بندول يتحرك يمينا ويساراً أو نوع كهربائي يعطي صوتاً وضوئاً.

#### الموسين (Myosin)

وهو خيط بروتين غليظ يكون من خيط الأكتين أساس وحدة النسيج العضلي، ويتكون من جسم ورأس، ويشبه في تركيبه عصا الجولف.

#### نتاج القلب (Cardiac Output)

وهو كمية الدم التي يضخها القلب في الدقيقة، وهو نتاج حاصل ضرب حجم الدفلة (الضخعة) في عدد ضربات القلب في الدقيقة، ويبلغ لدى الشاب السليم في الراحة حوالي ٥ لترات في الدقيقة، ويرتفع إلى حوالي ٢٠ لتراً في الدقيقة أثناء الجهد البدني الأقصى، ويصل إلى حوالي ٣٠ لتراً في الدقيقة لدى بعض الرياضيين.

#### الوحدة الحركية (Motor Unit)

وهو تعبير يطلق على العصب الحركي والأكلياف العضلية المتصلة به والتي قد تتراوح من بضعة أكلياف عضلية إلى مئات الأكلياف العضلية.

#### وظائف أعضاء الجهد البدني (Exercise Physiology)

هو العلم الذي يتناول دراسة استجابة وظائف أعضاء الجسم وتكيفها لكل من الجهد والتدريب البدني، كما يتناول أيضاً دراسة تأثيرات ممارسة النشاط البدني في الصحة والمرض.

المقياس على طول محور العظم الأطول ومن ثم قياس الدرجة.

#### مقياس سمك طية الجلد (Skinfold Caliper)

وهو مقياس معاير ذو قوة ضغط محددة لتفكي الجهاز، ويستخدم في تحديد سمك طية الجلد بالمليمتر.

#### مقياس المرونة (Plethometer)

وهو مقياس للمرونة، ومن أشهر أنواعه مقياس لايتون (Leighton) الذي يتكون من إبرة جانبية (كليرة البوصلة) ولكنها تشير دائماً إلى اتجاه الجاذبية الذي يمثل وضع البداية، ويتم وضع المقياس على القفص وتقرأ درجة المرونة.

#### المكافئ الأيضي (Metabolic Equivalent)

يمثل المكافئ الأيضي أو (MET) نسبة استهلاك الأكسجين (بالميليلتر لكل كجم من وزن الجسم في الدقيقة) أثناء الجهد البدني إلى استهلاك الأكسجين في الراحة (والذي هو ٣,٥ ميليلتر/كجم. ق)، ويستخدم المكافئ الأيضي للدلالة على مقدار شدة الجهد البدني مقارنة بالراحة، فالرقم ٢-٣ مكافئ أيضي يعني أن الجهد خفيف بينما الرقم ١٠ أو أكثر يعني أن الجهد مرتفع جداً.

#### مِقَاع (Metronome)

وهو جهاز لضبط الإيقاع أثناء العمل على صندوق الخطوة أو دراجة الجهد الميكانيكية، وهو يعطي صوتاً



## ثبت المصطلحات

● عربي - إنجليزي

● إنجليزي - عربي

(عربي - إنجليزي)

Dynamic contraction	انقباض عضلي متحرك	Friction	احتكاك
	الانقباض العضلي المتحرك السالب	Step test	اختبار الخطوة
Eccentric contraction	الانقباض العضلي المتحرك الموجب	Harvard step test	اختبار الخطوة لهارفارد
Concentric contraction		Adenosine triphosphate (ATP)	أدينوسين ثلاثي الفوسفات
Bradycardia	بطء ضربات القلب	Recovery	استرداد
Abdominal	بطني	Heart rate recovery	استرداد ضربات القلب
Gas exchange	التبادل الغازي	Dynamic stretching	الامتطالة الحركية
Subcapular	تحت لوح الكتف	Static stretching	الامتطالة الساكنة
Electrocardiogram	التخطيط الكهربائي للقلب		الاستهلاك الأقصى للأكسجين
Isokinetic training	التدريب المتحرك الثابت	Maximal oxygen uptake ( $\dot{V}O_2 \max$ )	
Body composition	التركيب الجسمي	Purkinje's fibers	ألياف بركيني
Acceleration	تسارع		الألياف العضلية البطيئة الخلجة
	التسهيل التقبلي الذاتي للجهاز العصبي العضلي	Slow twitch muscle fibers	الألياف العضلية السريعة الخلجة
Proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF)		Fast twitch muscle fibers	
Repetition maximum (RM)	التكرار الأقصى	Maximal breathing capacity	الإمكانية التنفسية القصوى
Ventilation	تهوية	Anaerobic capacity	الإمكانية اللاهوائية
Pulmonary ventilation	تهوية رئوية	Adipose tissues	أنسجة شحمية
Vascular tone	توتر وعائي	Isometric contraction	انقباض عضلي ثابت

Complex motion	الحركة المركبة	Vertical fold	ثنية أفقية
Lactic acid	حمض اللبنيك	Diagonal fold	ثنية مائلة
Cycle ergometer	درجة الجهد	Bundle of His	جذع هس
Temperature	درجة الحرارة		جهاز قياس قوة عضلات الفخذين
Momentum	الزخم	Leg dynamometer	
Time	زمن	Grip dynamometer	جهاز قياس قوة القبضة
Reaction-movement time	زمن رد الفعل والحركة	Spirometer	جهاز قياس الوظائف التنفسية
Depolarization	زوال الاستقطاب		جهاز قياس الوظائف التنفسية الجاف
Velocity	سرعة	Dry spirometer	
Vital capacity	السعة الحيوية		جهاز قياس الوظائف التنفسية للمائي
Total lung capacity	السعة الرئوية الكلية	Wet spirometer	
Inspiratory capacity	السعة الشهيقية	maximal exercise	جهد بدني أقصى
Skinfold thickness	سمك طية الجلد	Submaximal exercise	جهد بدني دون الأقصى
Treadmill	السير التحرك	Volume	حجم
Fats	شحم	Tidal volume	حجم التنفس (عمق التنفس)
Essential fats	شحم أساسية	Body volume	حجم الجسم
Subcutaneous fats	شحم تحت الجلد	Stroke volume	حجم الدفعة (حجم الضخنة)
Storage fats	شحم مخزنة		الحجم الزفيري القسري عند الثانية الأولى
Radial artery	الشريان الكعبري	Forced expiratory volume (one second)	
Tension cable	شريط شد		الحجم الزفيري القسري عند الثانية الثالثة
Work	شغل	Forced expiratory volume (three second)	
Chest	صدر	Expiratory reserved volume	الحجم الزفيري المخدر
Heart pacemaker	ضابط إيقاع القلب	Inspiratory reserved volume	الحجم الشهيقية للمدخر
Heart rate	ضربات القلب		الحجم عند درجة حرارة الجسم وضغطه مثبتاً بيجنر للماء
Pressure	ضغط	Body temperature, pressure saturated (BTSPS)	
Perfusion pressure	ضغط التشبع		الحجم عند درجة الحرارة والضغط الخارجيين
blood pressure	ضغط الدم	Ambient temperature, pressure saturated (ATPS)	
Diastolic blood pressure	ضغط الدم الانبساطي	Gas volume	حجم الغاز
Systolic blood pressure	ضغط الدم الانقباضي	Residual volume	الحجم المتبقي
Energy	طاقة		الحجم المعياري
Closed circuit method	طريقة الدائرة المغلقة	Standard temperature, pressure, dry (STPD)	

Vertical jump	القفز العمودي	Open circuit method	طريقة الدائرة المفتوحة
Force, Strength	قوة	Underwater weighing method	طريقة الوزن تحت الماء
Muscular strength	قوة عضلية	Work load	العصب الجهدي
Skinfold measurement	قياس سمك طية الجلد	Bi-iliac diameter	عرض الحوض
Mass	كتلة	Wrist diameter	عرض رسغ اليد
Density	كثافة	Knee diameter	عرض الركبة
Body density	كثافة الجسم	Chest diameter	عرض الصدر
Oxygen consumption ( $\dot{V}O_2$ )	كمية الأكسجين المستهلكة	Ankle diameter	عرض كاحل القدم
Carbon dioxide production ( $\dot{V}CO_2$ )	كمية ثاني أكسيد الكربون المتج	Biacromial diameter	عرض الكتفين
Douglas bag	كيس دوغلاس	Elbow diameter	عرض المرفق
Plasticity	لدونة	Bi-trochanteric diameter	عرض الوركين
Mean pressure	متوسط الضغط الشرياني	Torque	عزم التلوير
Electrodes	مجسات	Agonist muscles	المعضلات الشادة (المحركة)
Arm ergometer	جهاز اليدين	Antagonistic muscles	المعضلات المضادة
Abdominal circumference	محيط البطن	Skeletal muscles	المعضلات الهيكلية
Wrist circumference	محيط رسغ اليد	Triceps	المعضلة ذات الرؤوس الثلاثة
Forearm circumference	محيط الساعد	A V node	العقدة الأذينية البطينية
Calf circumference	محيط الساق	Eccentric work	عمل عضلي سالب
Chest circumference	محيط الصدر	Repolarization	عودة الاستقطاب
Arm circumference	محيط العضد	Alactate	غير مرتبط بحمض اللبنيك
Thigh circumference	محيط الفخذ	Thigh	فخذ
Ankle circumference	محيط كاحل القدم		فرط ضربات القلب (سرعة ضربات القلب)
Shoulder circumference	محيط الكتفين	Tachycardia	
Gluteal circumference	محيط الوركين (عند مستوى الإليتين)	Over load	فرط العصب (زيادة العصب)
Flexibility	مرونة	Phosphocreatine (PC)	فوسفات الكرياتين
Dynamic flexibility	مرونة حركية	Suprailiac	فوق العظم الحرقفي
Static flexibility	مرونة ساكنة	Power	قدرة
Body surface area	مساحة سطح الجسم	Anaerobic power	القدرة اللاهوائية
		Maximal aerobic power	القدرة الهوائية القصوى
		Inertia	قصور ذاتي

مقياس عرض الجسم وطوله (أو أجزاء من الجسم)	Distance	مسافة
Anthropometer	Elasticity	مطاطية
Flexometer	Linear equation	معادلة خطية
Metabolic equivalent (MET)	Respiratory quotient	معامل التبادل التنفسي
Internodal pathways	Pulse rate	معدل النبض
Stimulus		منبه (مثير)
Metronome		ميقاع
Cardiac output	Perceived exertion scale	مقياس الإحساس بالجهد (قياس العبء الملقى على الجسم)
Motor unit	Goniometer	مقياس زاوية المفصل
Hydrostatic weighing	Skinfold caliper	مقياس سمك طية الجلد
Exercise physiology	Tensiometer	مقياس الشد
		وظائف أعضاء الجهد البدني

(إنجليزي - عربي)

Abdominal	بطني	Biacromial diameter	عرض الكتفين
Abdominal circumference	محيط البطن	Bi-iliac diameter	عرض الحوض
Acceleration	تسارع	Bi-trochanteric diameter	عرض الوركين
Adenosine triphosphate (ATP)	أدينوسين ثلاثي الفوسفات	Blood pressure	ضغط الدم
Adipose tissues	أنسجة شحمية	Body composition	التركيب الجسمي
Agonist muscles	المضلات الشادة (المحركة)	Body density	كثافة الجسم
Alactate	غير مرتبط بحمض اللبنيك	Body surface area	مساحة سطح الجسم
Ambient temperature, pressure saturated (ATPS)	الحجم عند درجة الحرارة والضغط الخارجيين	Body temperature, pressure saturated (BTPS)	الحجم عند درجة حرارة الجسم وضغطه مشبعاً
Anaerobic capacity	الإمكانية اللاهوائية		بيخار الماء
Anaerobic power	القدرة اللاهوائية	Body volume	حجم الجسم
Ankle circumference	محيط كاحل القدم	Bradycardia	بطء ضربات القلب
Ankle diameter	عرض كاحل القدم	Bundle of His	جذع هس
Antagonistic muscles	المضلات المضادة	Calf circumference	محيط الساق
Anthropometer	مقياس عرض الجسم وطوله (أو أجزاء من الجسم)	Carbon dioxide production ( $\dot{V}CO_2$ )	كمية ثاني أكسيد الكربون المنتج
Arm circumference	محيط العضد	Cardiac output	نتاج القلب
Arm ergometer	مجهاد اليدين	Chest	صدر
A V node	العقدة الأذينية البطينية	Chest circumference	محيط الصدر

Chest diameter	عرض الصدر	Fats	شحوم
Closed circuit method	طريقة الدائرة المغلقة	Flexibility	مرونة
Complex motion	الحركة المركبة	Flexometer	مقياس المرونة
Concentric contraction	الانقباض العضلي المتحرك الموجب	Force	قوة
Cycle ergometer	دراجة الجهد	Forced expiratory volume (one second)	الحجم الزفيري القسري عند الثانية الأولى
Density	كثافة	Forced expiratory volume (three second)	الحجم الزفيري القسري عند الثانية الثالثة
Depolarization	زوال الاستقطاب	Forearm circumference	محيط الساعد
Diagonal fold	ثنية مائلة	Friction	احتكاك
Diastolic blood pressure	ضغط الدم الانبساطي	Gas exchange	التبادل الغازي
Distance	مسافة	Gas volume	حجم الغاز
Douglas bag	كيس دوقلاس	Gluteal circumference	محيط الوركين (عند مستوى الإليتين)
Dry spirometer	جهاز قياس الوظائف التنفسية الجاف	Goniometer	مقياس زاوية المفصل
Eccentric contraction	انقباض عضلي متحرك	Grip dynamometer	جهاز قياس قوة القبضة
Eccentric work	عمل عضلي سالب	Harvard step test	اختبار الخطوة هارفارد
Elasticity	مطاطية	Heart pacemaker	ضابط إيقاع القلب
Elbow diameter	عرض المرفق	Heart rate	ضربات القلب
Electrocardiogram	التخطيط الكهربائي للقلب	Heart rate recovery	استرداد ضربات القلب
Electrodes	مجسات	Hydrostatic weighing	الوزن تحت الماء
Energy	طاقة	Inertia	قصور ذاتي
Essential fats	شحوم أساسية	Inspiratory capacity	السعة الشهيقية
Exercise physiology	وظائف أعضاء الجهد البدني	Inspiratory reserved volume	الحجم الشهقي المخدر
Expiratory reserved volume	الحجم الزفيري المخدر	Intenuodal pathways	الممرات بين العقدية
Fast twitch muscle fibers	الألياف العضلية السريعة التحلجة	Isokinetic training	التدريب المتحرك الثابت
		Isometric contraction	الانقباض العضلي الثابت
		Knee diameter	عرض الركبة
		Lactic acid	حمض اللبنيك
		Leg dynamometer	جهاز قياس قوة عضلات الفخذين



Linear equation	معادلة خطية	Radial artery	الشريان الكعبري
Mass	كتلة	Reaction-movement time	زمن رد الفعل والحركة
Maximal aerobic power	القدرة الهوائية القصوى	Recovery	استرداد
Maximal breathing capacity	الإمكانية التنفسية القصوى	Repetition maximum (RM)	التكرار الأقصى
Maximal exercise	جهد بدني أقصى	Repolarization	عودة الاستقطاب
Maximal oxygen uptake ( $\dot{V}O_2$ max)	الاستهلاك الأقصى للأكسجين	Residual volume	الحجم المتبقي
Mean pressure	متوسط الضغط الشرياني	Respiratory quotient	معامل التبادل التنفسي
Metabolic equivalent (MET)	المكافئ الأيضي	Shoulder circumference	محيط الكتفين
Metronome	ميقاع	Skeletal muscles	المضلات الهيكلية
Momentum	الزخم	Skinfold caliper	مقياس سمك طية الجلد
Motor unit	الوحدة الحركية	Skinfold measurement	قياس سمك طية الجلد
Muscular strength	قوة عضلية	Skinfold thickness	سمك طية الجلد
Open circuit method	طريقة الدائرة المفتوحة	Slow twitch muscle fibers	الألياف العضلية البطيئة الخلعجة
Over load	فرط العبء (زيادة العبء)	Spirometer	جهاز قياس الوظائف التنفسية
Oxygen consumption ( $\dot{V}O_2$ )	كمية الأكسجين المستهلكة	Standard temperature, pressure, dry (STPD)	الحجم المعياري
Perceived exertion scale	مقياس الإحساس بالجهد (قياس العبء الملقى على الجسم)	Static flexibility	المرونة الساكنة
Perfusion pressure	ضغط التشبع	Static stretching	الاستطالة الساكنة
Phosphocreatine (PC)	فوسفات الكرياتين	Step test	اختبار الخطوة
Plasticity	لدونة	Stimulus	منبه (مثير)
Power	قدرة	Storage fats	شحوم مخزنة
Pressure	ضغط	Strength	قوة
Proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF)	التسهيل التقبلي الذاتي للجهاز العصبي العضلي	Stroke volume	حجم الدفعة (حجم الضخمة)
Pulmonary ventilation	تهوية رئوية	Subcutaneous fats	شحوم تحت الجلد
Pulse rate	معدل النبض	Submaximal exercise	جهد بدني دون الأقصى
Purkinje's fibers	ألياف بركيني	Subscapular	تحت لوح الكتف
		Suprailiac	فوق العظم الحرقفي
		Systolic blood pressure	ضغط الدم الانقباضي

Tachycardia	طريقة الوزن تحت الماء	Underwater weighing method
فرط ضربات القلب (سرعة ضربات القلب)	توتر وعائي	Vascular tone
Temperature	سرعة	Velocity
درجة الحرارة	تهوية	Ventilation
Tensiometer	ثنية أفقية	Vertical fold
مقياس الشد	الفقر العمودي	Vertical jump
Tension cable	السعة الحيوية	Vital capacity
شريط شد	حجم	Volume
Thigh	جهاز قياس الوظائف التنفسية للمائي	Wetspirometer
فخذ	شغل	Work
Thigh circumference	عرض رسغ اليد	Wrist diameter
محيط الفخذ	محيط رسغ اليد	Wrist circumference
Tidal volume	العبء الجهدي	Work load
حجم التنفس (عمق التنفس)		
Time		
زمن		
Torque		
عزم التدوير		
Total lung capacity		
السعة الرئوية الكلية		
Treadmill		
السير المتحرك		
Triceps		
المعضلة ذات الرؤوس الثلاثة		

## كشاف الموضوعات

استهلاك الأكسجين ٥٨، ٦٥  
 الأقصى للأكسجين ٣، ١١، ١٨، ٤٩، ٥٣،  
 ٥٥، ٥٦، ٥٩، ٦١، ٦٣-٦٥، ٦٩، ٧٠،  
 ٧٤، ٧٥، ٧٧، ٧٩، ٨٠، ٨٣، ٨٥، ٨٦،  
 ١٨٤  
 المطلق ١١، ٥٨، ٧٤  
 النسبي ١١، ٥٨، ٧٤  
 أشعة إكس ٢٢٧  
 فرق الصوتية ٢٢٧  
 آكتين ١٢٥  
 الألم العضلي ١٢٧  
 أليف بركيفي ٣١، ٣٤، ٣٦  
 عضلية ١٢٥، ١٢٨  
 عضلية بطيئة الخلجة ١٢٨  
 عضلية سريعة الخلجة ١٢٨، ١٧٨  
 الإمكانيات التنفسية القصوى ١١٢، ١١٥  
 الجهد البلغي ٨٩، ٩١، ٩٢  
 اللاهوائية ١٧٧، ٢٠٧، ٢٠٩، ٢١١  
 هوائية ٩١  
 أنزيمات ١٢٥  
 الأنسجة الرخوة ١٥٩  
 الانقباض العضلي ١٢٥  
 الثابت ٩٨، ١٢٥، ١٢٦  
 للتحرك ٩٨، ١٢٦  
 للتحرك السالب ١٢٦، ١٢٧

١

إجراءات معملية •  
 احتكاك ١٦٠  
 احماء ١٦٥، ١٧٢، ٢٠٠  
 اختيار الجهد البدني التدريجي ٦٢  
 الخطية لحارفراد ٤٧، ٤٩، ٨٥  
 سارجنت ١٩٧  
 كاتش وولمان ٢٠٩  
 كالامن ١٧٧، ١٨٩، ١٩١، ١٩٢، ١٩٥  
 كوير ٦٦  
 مارجرىا ١٧٧، ١٧٩، ١٨١-١٨٦، ١٩١،  
 ١٩٢  
 الاختبارات الفسيولوجية ٣، ٤، ٥٥  
 اختبارات الوظائف التنفسية ١٠٩، ١١١، ١١٢  
 ادينوسين ثلاثي الفوسفات ١٧٧، ٢٠٩  
 أذين ٣١، ٣٦  
 أس هيدروجيني ١٧٨  
 استراند ٦٧، ٩١  
 وريمن ٦٧، ٦٥  
 استرداد ٣١، ٥٠  
 استطالة ١٢٥، ١٢٦، ١٦٥  
 حركية ١٦٠  
 ساكنة ١٦٠

أهمية الاستهلاك الأقصى للأكسجين ٥٧

إيقاع القلب ٣٦

أيونات الصوديوم ١٧٥

## ب

بروتين ١٢٩، ١٧٥

بطء ضربات القلب ٢٩

بطين ٣٦، ٣١

يوتاسيوم ٤٠، ١٢٥، ٢٢٦

بؤرة المنسجم ٢٠٢

## ت

تحفيز ٣

تحلل لا هوائي للجلاوكوز ٢٠٩

تحليل كيموحيوي ٢٢٦

تعمل عضلي ١٣٣

تخطيط القلب ٣٦، ٣١

الكهربائي ٣٦

تدريب بدني ٢٩، ٥٩، ٦١، ١١٠، ١٢٩، ١٥٩

٢٣٠، ٢١٥

هوائي ٥٩، ٩٨

لا هوائي ٥٩

تدريبات أنفـال ٩٨

التركيب جسمي ٢٢١، ٢٢٣، ٢٢٤، ٢٢٧ - ٢٢٩

٢٣٥، ٢٥٥

الجسمي للفرد ٦٠

النسيج العضلي ١٢٥

تسارع ١٩٩

الجانبيه ١٨٤

تسجيل العمر ١٠

تسرع ضربات القلب ٢٩

التسهيل القضي الذاتي للجهاز العصبي العضلي ١٦٠

تشخيص ٣

تصنيف ٣

تضخم العضلات ١٢٩

تطوير التحمل العضلي ١٢٩

القرة العضلية ١٢٩

تقويم ٣

فسيولوجي ٤٤، ٥٥

تكيف فسيولوجي ٢٩

تنبؤ ٣

التنفس الخارجي ١٠٩

الداخلي ١٠٩

التهوية الرئوية ١٠٩

توتر ١٢٧، ١٢٥

التوصيل العصبي ١٢٨

## ث

ثاني أكسيد الكربون ٦٢، ١٠٩

## ج

جلع حس ٣١، ٣٤، ٣٦

جللايكوجين ١٧٧، ٢٠٩

الجنس ٦٠

الجهاز التنفسي الدوري ٢٥

التوصيل الكهربائي في القلب ٣٤

العصبي السمبثوي ٩٨

قياس القرة ٢٠٠

المروني ٩٨

## ح

الحالة التنشيطية ٦٠

الحجاب الحاجز ١٠٩

الحدود الاعتيادية للاستهلاك الأقصى للأكسجين ٥٨

حجم التنفس ١١١

اللدغة ٢٩

الزفيري القشري عند الثانية الأولى ١١٢، ١١٥

الزفيري القشري عند الثانية والثالثة ١١٢، ١١٥

الزفيري للمدخر ١١١

شبهية ١١٢  
 سباحة طبية ٣١، ٩٩، ١٠١  
 سُمْك طية الجبلد ٧٢١، ٧٣٥، ٧٤١، ٧٤٣، ٧٤٥ -  
 ٧٥٣-٧٥١، ٧٤٩  
 سِرْمَتْرُوك ٣، ١٧، ٣٨، ٣٩، ٦٠  
 سيروميتز ١١٠، ١١٣  
 جلف ١١٠  
 مالي ١١٠  
 شحم لاسية ٧٢٤، ٧٢٥  
 خزنة ٧٢٤، ٧٢٥، ٧٤٣



شريان سباني ٣٣، ٣٧  
 كعبري ١٠١  
 شغل ٧١، ٧٣، ١٦٩، ١٧٧، ١٧٠  
 شرط الشد ١٨



صندوق المخطوطة ٢٠، ٢١، ٣٧، ٣٩، ٨٣، ٨٥  
 للرونة ١٦٤، ١٦٧، ١٦٨



ضربات القلب ٢٧، ٢٩، ٣١، ٣٤، ٣٥، ٣٩، ٦٥،  
 ٦٩، ٧٩، ٨٣، ٩١، ٩٢  
 ضغط انبساطي ٩٧، ١٠١  
 انقباضي ٩٧  
 التشنج ٩٧  
 الدم ١٨، ٩٥، ٩٧  
 الدم الشرياني ٩٧-٩٩



طريقة بنكي ٢٦٠، ٢٦١، ٢٦٣  
 الطاقة اللاهوائية ٦١  
 الطريقة المباشرة لقياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين ٦١

الشهقي للصدر ١١١  
 المضلات ١٢٨  
 اللثقي ١١١، ٢٣٥  
 حركة بي ٣٦  
 كيوتواس ٣٦  
 حزم عضلية ١٢٥  
 حمض اللينيك ٦١، ٦٤، ١٢٥، ١٧٨، ٢٠٩  
 حموضة ١٧٨



خضفان ٢٩  
 خلية كهروضوئية ١٨٢  
 الخيوط العضلية ١٢٥



دراجة الجهد ١٨، ١٩، ٢١، ٢٣، ٣٨، ٣٩، ١٠١  
 دواسة كهربائية ٢١٦  
 دينامومتر القبضة ١٥١



رنتين ١٠٩، ١١١، ١١٢، ١١٣، ٢٣٥  
 رسغ ٣٣



رغم ١٦٥، ١٧٢  
 زمن رد الفعل والحركة ٢١٣، ٢١٥-٢١٨  
 زوال استقطاب البطيئين ٣٦، ٣٧  
 استقطاب الأذنيين ٣٦



سرعة عمودية ١٨١، ١٨٤  
 سعة حيوية ١١٢، ١١٤، ٢٣٧  
 حيوية ساكنة ١١٤، ١١٥  
 حيوية قسرية ١١٥  
 رثوية كلية ١١٢

تصور ذاتي ١٦٠  
 القفز العمودي ١٩٧، ١٩٩، ٢٠٠  
 القوة ٢٢، ١٢٥ - ١٢٨، ١٧٧، ١٨١، ١٩٩  
 القملية ٣، ١٢٥ - ١٢٩، ١٣٣، ١٣٩، ١٤١، ١٤٤، ١٥١  
 القنصة ١٣٣، ١٣٥  
 قياس التركيب الجسمي ٢٢٥  
 الجهد البدني ١٥  
 ضغط الدم ٩٩  
 الطول ١١، ١٢  
 المرونة ١٦٢  
 الوزن ١١، ١٢  
 قياسات فيسيولوجية ١١، ١٧

### ك

كالسيم ١٢٥  
 كتلة الجسم ١٢٨  
 كثافة الجسم ٢٢٧، ٢٣٣، ٢٣٧، ٢٣٩، ٢٤٨، ٢٥٠  
 الماء ٢٣٧، ٢٣٨  
 الكعرة ٣٣  
 الكفاءة البدنية ٥٠  
 كيس دوغلاس ٥٥  
 كيفية قياس شُك طية الجِلد ٢٤٨

### ل

لائق ٢٤٤  
 لفونة ١٦٠  
 اللياقة البدنية ٢١، ٥٨  
 ليبقات عضلية ١٢٥

### م

مؤشر كتلة الجسم ٢٢٣  
 فيسيولوجي ٥٦  
 ماراتون ٣٠  
 متوسط الضغط الشرياني ٩٨

### ع

عبد جهدي ١٥، ١٧، ٢٣، ٧٠، ٧٥، ٩١، ٩٢، ٩٤  
 العتبة اللاهوائية ٦١  
 عروض أجزاء الجسم ٢٥٨  
 عزم التنوير ١٢٧  
 العصب الحركي ١٢٨  
 العضلات بين الضلعية ١٠٩  
 التنفسية ١٠٩، ١١٢  
 العضلة ذات الرؤوس الثلاثة ١٤٢، ١٥٢، ٢٤٣  
 ٢٥٠، ٢٥١، ٢٥٣  
 ذات الرأسين ١٢٥، ١٤١، ١٤٤، ١٤٥، ١٥١

عضلات اليدين ١٨  
 العقدة الأذينية البطينية ٣٤، ٣٦  
 الجيبية ٣٤، ٣٦  
 العمر ٦٠، ١٢٨، ١٥٩  
 عمق التنفس ١١١  
 العوامل المؤثرة على القوة العضلية ١٢٧  
 المؤثرة على المرونة ١٥٩  
 عودة استقلاب البطينين ٢٧

### ف

فوسفات ١٢٥  
 الكرياتينين ١٧٧  
 فوسفور ١٢٥

### ق

قاعدة التدرج ١٢٩  
 زيادة التعب ١٢٩  
 القدرة ١٧٧، ١٩٩، ٢٠٣  
 اللاهوائية ١٧٥، ١٧٧، ١٧٩، ١٨١ - ١٨٤، ١٨٦، ١٨٨، ١٨٩، ١٩١، ١٩٢، ١٩٥، ١٩٩، ٢٠٠، ٢٠٢، ٢٠٩، ٢١٢  
 الهوائية ٥٣، ٥٥، ٥٦، ٥٩، ١٨٨

- میزان ١٢  
میقاع ٢١، ٢٢، ٤٩، ٦٩، ٧٩، ٨٥، ٩١  
میوسین ١٢٥
- ن
- نبض القلب ٣١، ٣٣  
نتاج القلب ٢٩  
نسبة الشحم ٢٢٥ - ٢٣١، ٢٣٤، ٢٣٧ - ٢٣٩،  
٢٤١، ٢٤٣ - ٢٤٩، ٢٥٢، ٢٥٧، ٢٦٠ -  
٢٦٣  
الشحم لدى الأطفال ٢٥٢  
نقل الغازات ١٠٩  
نموبلني ١٢  
النموذج النظري لبنكي ٢٢٤  
نوموجرام لویس ٢٠٣
- ه
- هاریتدن ٢٤٤  
هواء الزفير ٦٢
- د
- الوحدة الحركية ١٢٨، ١٢٩  
الوراثة ٦٠  
وزن ١٩٩، ٢٠٣، ٢٢٣، ٢٢٤  
تحت الماء ٢٣١، ٢٣٣، ٢٣٦، ٢٤٣  
وسائل تنمية المرونة ١٦٠  
وظائف رئوية حركية ١١٢  
رئوية ساكنة ١١٢
- جیسات ٣١، ٣٦  
جهاد الیبدین ١٨، ١٩  
عیطات أجزاء الجسم ٢٥٧  
مدى حركي ١٢٦، ١٥٩  
مرونة ١٥٧  
حركية ١٥٩  
ساكنة ١٥٩  
معادلة دوزن دوسلي ٢٤٩  
سلون ٢٤٨  
مساحة سطح الجسم ١٢، ١٣  
مطاطية ١٦٠  
معادلة بارزكوف ٢٥٠  
بویلیو ولوهمان ٢٥٠  
جاکسون وبولک ٢٥٠  
سیری ٢٣٣، ٢٣٤، ٢٤٩  
فوکس ٦٥، ٧٧  
کاتش وکردل ٢٤٨  
کیز بروزیک ٢٤٨  
لوهمان ٢٤٩  
لویس ١٩٩  
معادلات التنزی بنسبة الشحم ٢٤٩  
معامل التبادل التنضي ٦٤  
مغسوس ١٢٥  
مقاومة ٢٣، ١٢٦، ١٢٧، ١٢٩  
مقیاس زاوية المفصل ١٦١  
المرونة ١٦١، ١٦٣  
الممرات بین الأذنیة ٣٤  
بین المعقبة ٣٤  
موجات كهربائية ٣١، ٣٤، ٣٦





## المؤلف في سطور: الدكتور هزاع محمد الهزاع.

- حصل على بكالوريوس علوم (تخصص أحياء - كيمياء) ودبلوم تربوي ١٣٩٧هـ - ١٩٧٧م (جامعة الملك سعود).
- حصل على ماجستير في فسيولوجيا الجهد البدني من جامعة كاليفورنيا الحكومية (فوزنو) عام ١٩٨١م.
- حصل على دكتوراه فلسفة في فسيولوجيا الجهد البدني من جامعة جنوب كاليفورنيا في لوس أنجلوس عام ١٩٨٥م.

● عمل لفترة قصيرة في بداية حياته العملية كمدرسا للمحاث الأحياء والكيمياء في إحدى المدارس الثانوية في مدينة الرياض. ثم انتقل للعمل كمعيد في كلية التربية جامعة الملك سعود ثم تم إبعاده للولايات المتحدة الأمريكية للتخصص في فسيولوجيا الجهد البدني، حيث عمل باحثاً مساعداً (متربطاً) في نهاية مرحلة الدكتوراه في المركز الطبي لمقاطعة لوس أنجلوس وجامعة جنوب كاليفورنيا. ثم عاد إلى جامعة الملك سعود بعد الحصول على الدكتوراه في عام ١٤٠٦هـ - ١٩٨٦م، حيث عمل أستاذاً مساعداً ثم أستاذاً مشاركاً بقسم التربية البدنية وقام بتأسيس مختبر فسيولوجيا الجهد البدني والإشراف عليه حتى الآن.

## النشاط العلمي:

- له حوالي ٣٠ بحثاً ومقالة علمية باللغة العربية والإنجليزية منشورة في مجلات علمية وفي كتب ووقائع مؤتمرات علمية في موضوعات فسيولوجيا الجهد البدني واللياقة البدنية والطب الرياضي.
- قام بإعداد كتاب «موضوعات معاصرة في الطب الرياضي وعلوم الحركة» مع مجموعة من المختصين.
- كان رئيس فريق البحث العلمي لمشروع بحث اللياقة البدنية للشباب السعودي الذي تم إنجازه عام ١٤٠٩هـ.
- شارك في العديد من الندوات والمؤتمرات العلمية الدولية والمحلية ورأس بعض جلساتها.

- يتركز نشاطه البحثي حالياً في «التكيف الفسيولوجي الناتج عن ممارسة النشاط البدني لدى الأطفال» حيث يدرس تأثير النشاط البدني على صحة الطفل ونموه ووظائف أعضائه وخاصة جهاز القلب والرئتين كما يقوم بأبحاث تتعلق بالتفويض الفسيولوجي للامعة والرياضيين.
- عضو الجمعية الأمريكية للطب الرياضي.
- عضو الاتحاد السعودي للطب الرياضي.
- نائب رئيس الاتحاد السعودي للتربية البدنية ورئيس اللجنة العلمية بالاتحاد.
- عضو جائزة الأمير فيصل بن فهد العلمية لأبحاث التربية البدنية وعلوم الرياضة.





